



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Titulo del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

MEMORIA

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento N° 1: MEMORIA

### ÍNDICE

1. Objeto
2. Descripción del edificio
  - 2.1. Características arquitectónicas
  - 2.2. Condiciones de uso de los locales
3. Condiciones
  - 3.1. Condiciones exteriores
4. Características constructivas
5. Condicionantes de uso
6. Calculo de cargas térmicas
7. Alternativas para el sistema de climatización
  - 7.1. Clasificación de los sistemas de climatización
    - 7.1.1. Por el grado de concentración
    - 7.1.2. Según el tipo de energía
    - 7.1.3. En función del fluido portador de calor o frio
    - 7.1.4. Por el tipo de aparato generador de calor o frio
8. Solución adoptada
  - 8.1. Producción frio y calor
  - 8.2. Producción A.C.S
  - 8.3. Climatización locales
  - 8.4. Ventilación locales
9. Coste solución adoptada
10. Justificación del cumplimiento de exigencia de bienestar e higiene
  - 10.1. Calidad térmica
  - 10.2. Calidad del aire
  - 10.3. Exigencias de higiene
  - 10.4. Calidad del ambiente acústico
11. Justificación del cumplimiento de exigencia de eficiencia energética

- 11.1. Generación de frío y calor
- 11.2. Aislamiento térmico de tuberías
- 11.3. Conductos: aislamiento térmico y estanqueidad
- 11.4. Sistema de regulación y control
- 11.5. Control de consumos
- 11.6. Recuperación de energía
- 11.7. Empleo de energías renovables
- 11.8. Empleo de energía convencional
- 11.9. Fuentes y consumo de energía
- 11.10. Justificación del sistema de climatización

## 12. Exigencias de seguridad

- 12.1. Generación de calor y frío
- 12.2. Redes de tuberías
- 12.3. Redes de conductos
- 12.4. Unidades terminales
- 12.5. Protección contra incendios
- 12.6. Seguridad de uso

## 1. OBJETO

El presente documento tiene por objeto describir y justificar técnica y económicamente las instalaciones de climatización y producción de A.C.S (agua caliente sanitaria) a realizar en una nave industrial, compuesta de una zona de fabricación y de una zona de oficinas. Dicha nave sita en el Polígono Industrial Aoiz en Aoiz (Navarra).

El proyecto se centra en la parte de climatización, siendo más breve la parte de A.C.S.

La finalidad de la instalación es distinta según la zona de la nave industrial. Por un lado, para la zona de oficinas, se busca conseguir una temperatura artificial en el interior de un recinto cerrado que sea más elevada que la temperatura exterior en invierno y más baja que la temperatura exterior en verano. En definitiva, buscar el confort en la instalación.

Por otro lado, para la zona de producción, se requiere un tratamiento térmico que consiga unas condiciones de temperatura y humedad adecuadas al proceso productivo. Así pues, en rigor no es aplicable la normativa vigente por tratarse de una instalación industrial. No obstante, se hará referencia a la instalación prevista para dejar constancia de que su cálculo, diseño y dimensionamiento se han realizado observando la reglamentación vigente en aras de conseguir el máximo ahorro energético posible.

Para lograr todo lo anterior debemos calcular las cargas que producen el desequilibrio energético del edificio que queremos climatizar.

Una vez averiguado qué perturba el nivel energético, hay que aportar unas cargas en sentido contrario a las que producen el desnivel. Para ello debemos tener la información necesaria para planificar los sistemas de distribución de aire y agua. Luego, se elegirá el equipo necesario para satisfacer la demanda de carga necesaria.

El origen del desequilibrio energético son las distintas formas de transmisión de calor, existen tres:

- Transmisión de calor por Conducción: Consiste en una transferencia de calor a través de un cuerpo sólido llamado conductor. Se produce al poner en contacto dos objetos a diferentes temperaturas. El calor fluye desde el objeto que está a mayor temperatura hasta el que la tiene menor. La conducción se da hasta que los dos objetos alcanzan la misma temperatura.
- Transmisión de calor por Convección: Consiste en una transferencia de calor por mediación de un fluido, ya sea líquido o gas.
- Transmisión de calor por Radiación: Consiste en una transferencia de calor a través de sustancias intermedias, sin calentar éstas. Es un método que no precisa de contacto entre la fuente de calor y el receptor. El calor transmitido por los rayos solares no calienta el aire a través del cual pasan dichos rayos, sino que



ejerce su acción sobre los objetos que aquellos encuentran a su camino, los cuales absorben dicho calor.

Distinguimos dos formas de desprendimiento de calor:

- Calor latente: Es el que se elimina en forma de humedad. Dicho de otra forma, es la cantidad de calor necesaria para cambiar el estado de un cuerpo sin alterar su temperatura.
- Calor sensible: Es el calor evidente al tacto. Este calor hace aumentar la temperatura.

La situación que padece la nave se ve afecta por los fenómenos anteriores, pero estos varían a lo largo del año. Por tanto vamos a dividir los análisis posteriores en dos épocas distintas: invierno y verano, en verano se dará el ciclo de refrigeración mientras que invierno tendremos el de calefacción.

## 2. DESCRIPCION DEL EDIFICIO

### 2.1. Características arquitectónicas

El edificio que nos ocupa, como ya se ha mencionado, está formado por una nave de fabricación, concretamente de palas de aerogenerador, y por un bloque de oficinas adosado a ella, según se describe en el apartado correspondiente de la presente Memoria.

Su construcción está prevista en terrenos del ÁREA DE REPARTO AR-3, parcelas 6AM y 6BM, en AOIZ (Navarra). Dispondrá de las vías de acceso propias del complejo y de espacio de aparcamiento para los usuarios.

El edificio es exento (sin edificios colindantes), orientado longitudinalmente de Nordeste a Suroeste, de planta rectangular, formado por dos naves idénticas adosadas, con cubierta a 2 aguas cada una de ellas, y un módulo de oficinas en L en la esquina Este del conjunto, con cubierta a un agua hacia la medianera con la nave.

El acceso principal a oficinas se abre en la fachada Sudeste, mientras que las naves cuentan con huecos de acceso tanto para vehículos como para personal en todas sus fachadas.

A lo largo de la fachada Noroeste del edificio se adosan a la nave distintos locales de carácter técnico, tales como sala de calderas, sala de compresores, etc.

La nave tiene unas dimensiones de 140 m de largo por 80 m de ancho, con una altura de 13'50 m en la cumbre.

La superficie total de oficinas es de 1.021'94 m<sup>2</sup> por planta, siendo la altura de

estas de 2'70 entre el suelo y el falso techo previsto.

## 2.2. Condiciones de uso de los locales

Horarios de actividad:

La actividad corresponde al tipo empresarial privado; para poder determinar el horario de uso del edificio debe considerarse que aunque se trate de una única Propiedad, se dan 2 actividades bien diferenciadas a la par que interrelacionadas, oficinas y producción.

Se puede considerar que habrá actividad en las oficinas durante el horario diurno, desde las 7'00 horas hasta la 21'00 horas, mientras que habrá un tercer turno en la nave de producción, pudiendo tener actividad en ella durante las 24 horas.

Se descarta el funcionamiento de la actividad los sábados por la tarde y los domingos, así como los días festivos establecidos para la Comunidad Foral de Navarra.

En base a lo anteriormente expuesto, se puede estimar que el funcionamiento de las oficinas será de 4.352 horas anuales; de ellas, puede considerarse que durante 1.848 h el sistema de climatización funcionará en régimen de calefacción, mientras que en régimen de refrigeración lo hará durante 1.472 horas.

En el caso de la nave, donde se prevén 3 turnos de trabajo, el total de horas de funcionamiento de la instalación estimado es de 2.688 en ciclo de calefacción y de 2.128 horas en ciclo de refrigeración.

Las horas restantes se consideran como épocas intermedias en las que no es necesario el funcionamiento del sistema de climatización para mantener las condiciones de confort deseadas.

Ocupación:

Se estima que la ocupación máxima de las oficinas sea de hasta 180 personas. Se considera, no obstante, que la ocupación simultánea será inferior a la anterior, en torno a las 150 personas; este valor se empleará en el cálculo de cargas térmicas por adecuarse más a la realidad del edificio.

En la nave, por su parte, el proceso de producción requiere de 80 personas, por lo que en este caso se consideran coincidentes la ocupación máxima y la simultánea.

## 3. CONDICIONES

A la hora de determinar el calor que debemos evacuar de nuestro edificio, debemos tener en cuenta las condiciones interiores y exteriores de éste. Hay que cuidar los saltos bruscos ya que pueden ser peligrosos para las personas y equipos que se encuentran en el edificio. En cuanto a las humedades, no debemos consumir demasiada energía para bajarla en verano y subirla en invierno, por eso en verano la humedad

relativa no debe ser superior a 55%, mientras que en invierno no debe ser inferior al 30%.

### 3.1. Condiciones exteriores

Las condiciones exteriores de cálculo se fijarán según la ITE 03.3, que nos remite a las tablas climáticas de la norma UNE 100001-85 sobre condiciones para proyectos.

La elección de las condiciones exteriores se hará en base al criterio de niveles percentiles como se indica en la norma ITE 02.3 Para la elección de los niveles percentiles aplicaremos las indicaciones de la norma UNE 100014-84.

Las condiciones exteriores dependen de la situación geográfica que estamos estudiando, altura sobre el nivel del mar, etc. En nuestro caso corresponde a la localidad de Aoiz y son las siguientes:

Por un lado tenemos las siguientes coordenadas aproximadas:

Latitud de 42°47'8" Norte

Longitud de 1°22'40" Oeste

Altitud de 508.35 metros respecto al nivel del mar

Vientos dominantes de 24 Km/h con procedencia Norte.

Por otro lado, para las condiciones climáticas de la zona que se adoptan para el cálculo de cargas térmicas, diferenciamos dos situaciones distintas:

Ciclo de calefacción:

Las condiciones para el cálculo de calefacción, que cubren el 90% de las horas totales de los meses de Diciembre, Enero y Febrero en la localidad de la obra son:

- Temperatura seca extrema	-3°C
- Nivel percentil adoptado	97'5%
- Grados-día en base 15°	1535
- Temperatura terreno	6°
- Temperatura locales no calefactados	15°

Ciclo de refrigeración:

Las condiciones para el cálculo de refrigeración, para las 15 horas solares de un

día del mes de Julio, y que no han sido excedidas en más de un 90% de las horas totales de los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, son las siguientes:

- Temperaturas seca y humedad coincidentes	35° / 15'5%
- Nivel percentil adoptado	2'5%
- Variación diurna de la temperatura en verano	12°
- Temperatura terreno	15°
- Temperatura locales no refrigerados	28°

El nivel percentil representa el porcentaje del número de horas de los meses que definen las estaciones de invierno y verano durante las cuales las temperaturas indicadas son iguales o superiores a las elegidas en las condiciones climáticas.

Los niveles percentiles han sido seleccionados con un criterio basado en la actividad a desarrollar en las dependencias, que requieren unos niveles de confort poco rigurosos.

Se admitirán variaciones de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura y  $\pm 10\%$  de humedad relativa. Todos los valores referidos se consideran dentro de la zona ocupada.

#### 4. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

En este apartado se ve la composición de los distintos cerramientos de los que se compone nuestra nave.

Estos datos son de gran importancia para obtener de nuestro sistema de climatización un buen rendimiento. Así una vez conocidos estos elementos, calcularemos los Coeficientes de Transmisión Térmica de los cerramientos, U, utilizando la DB-HE1. Estos cálculos aparecerán en el documento de cálculos del proyecto.

La composición de los distintos cerramientos es la siguiente:

- Las fachadas de la nave se construirán sobre murete de hormigón armado mediante panel plano PLUS de PERFRISA de 50 mm, de espesor con perfil exterior liso de aluminio de 0'8 mm de espesor, alma de poliuretano rígido de 50 Kg/m<sup>3</sup> y perfil interior de composición idéntica al exterior, y bloque de hormigón raseado y lucido por el interior.

- Las fachadas de las oficinas, por su parte, se construirán mediante panel plano PLUS de PERFRISA de 50 mm, de espesor con perfil exterior liso de aluminio

de 0'8 mm de espesor, alma de poliuretano rígido de 50 Kg/m<sup>3</sup> y perfil interior de composición idéntica al exterior, y paneles tipo Pladur, conformados con doble aplacado de cartón – yeso, con 70 mm de aislamiento intermedio a base de manta de lana de roca.

- Las paredes medianeras, que separan locales climatizados de espacios comunes (aseos, huecos de escalera, etc.) y las de separación de la nave y las oficinas, se levantarán en hormigón armado con trasdosado de aplacado de cartón – yeso, con 46 mm de aislamiento intermedio a base de manta de lana de roca. En aseos el acabado se realizará mediante alicatado.

- Los tabiques de separación entre dependencias en las oficinas se realizarán con paneles tipo Pladur, conformados con doble aplacado de cartón – yeso (15+15), con 70 mm de aislamiento intermedio a base de manta de lana de roca.

- Los forjados intermedios se realizan con bovedilla alveolar de hormigón, de 25 cm de altura. Los suelos se terminan con mortero de agarre y plaqueta cerámica. Los techos cuentan con cámara de aire no ventilada y falso techo de placas de escayola.

- La cubierta de la nave se realizará con panel nervado PERFRISA de 50 mm de espesor, con perfil exterior liso de aluminio de 0'8 mm de espesor, alma de poliuretano rígido de 50 Kg/m<sup>3</sup> y perfil interior de composición idéntica al exterior.

- La cubierta de las oficinas será plana, transitable; desde el interior, cuenta con falso techo de placas de escayola, cámara de aire no ventilada, bovedilla alveolar de hormigón, de 25 cm de altura, capa de compresión de 5 cm, hormigón de pendiente de 4 cm de espesor medio, lámina de poliestireno expandido de 8 cm de espesor, capa de mortero de 4 cm, cámara de aire de 10 cm y solado de plaquetas de 3 cm de espesor.

- Los acristalamientos estarán formados por lámina de vidrio de 6 mm, cámara de aire de 12 mm y vidrio laminar 5 mm con doble butiral transparente, transmisión 63%, factor solar 51%, colocado sobre carpintería de aluminio lacado con rotura de puente térmico.

- La puerta de acceso al edificio de oficinas es de vidrio con carpintería de aluminio o acero.

- Las puertas interiores son de madera para despachos individuales y perimetrales y de vidrio para locales interiores y salas de reunión.

Los coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos descritos se encuentran localizados en el documento de cálculos.

## 5. CONDICIONANTES DE USO

**Orientación:** La situación del edificio es importante para la realización de los cálculos, ya que durante el cálculo de la carga térmica de calefacción, se usa el coeficiente de orientación, que es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la presencia o ausencia de radiación solar y la presencia o ausencia de vientos dominantes sobre los muros.

**Alumbrado:** El nivel de iluminación promedio considerado en los espacios a climatizar es de 25 W/m<sup>2</sup> para oficinas y 12 W/m<sup>2</sup> para la nave.

**Ocupación:** La ocupación y actividad desarrollada en el interior del edificio nos influirá a la hora del cálculo de las cargas, ya que tanto el cuerpo humano como los equipos utilizados desprenden calor, tanto en forma latente como sensible. Por lo tanto dependiendo de la actividad y número de personas que tengamos en las diferentes zonas influirá más o menos a la hora de la climatización. El número de personas influye a la hora de introducir el aire de ventilación para que sea correcta. La actividad o trabajo que se desarrolla generará mayor o menos aporte de calor al ambiente, que se ha de combatir con nuestros equipos de climatización.

**Equipos utilizados:** Los locales podrán disponer de diversos equipos como ordenadores, impresoras, etc. que aportarán cargas extras al edificio.

## 6. CALCULO DE CARGAS TERMICAS

Las cargas térmicas se han calculado para cada una de las distintas zonas. Se ha diferenciado entre oficinas planta baja, oficinas planta primera y nave de producción.

También diferenciamos entre cargas térmicas para calefacción y para refrigeración.

Los resultados se exponen a continuación, y los cálculos realizados se encuentran en la parte de cálculos.

Refrigeración	Wattios
Oficinas planta baja	129.310,88
Oficinas planta primera	176.742,03
Nave producción	2.382.148,15

Calefacción	Wattios
-------------	---------

Oficinas planta baja	117.167,67
Oficinas planta primera	169.028,48
Nave producción	1.694.139,53

## 7. ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA DE CLIMATIZACION

Se van a analizar las distintas posibilidades existentes para lograr el objetivo del proyecto antes de elegir un sistema de climatización concreto. A continuación se exponen las distintas opciones.

### 7.1. Clasificación de los sistemas de climatización

Hay muchas formas de clasificar los sistemas de climatización. Una forma puede ser la siguiente:

- Por el grado de concentración
- Según el tipo de energía
- En función del fluido portador de calor
- Por el tipo de aparato generador de calor

Cuando hablamos de sistemas de climatización nos referimos tanto a equipos de producción de calor como a equipos de producción de frío.

#### 7.1.1. Por el grado de concentración

Por el grado de concentración, la climatización puede ser:

- Unitaria: es aquella en la que el calor o el frío se emiten desde un aparato que calienta total o parcialmente el recinto.
- Individual: la producción de frío y calor se lleva a cabo por varios aparatos a diferentes locales pero que corresponden a una única unidad de consumo.
- Centralizada o colectiva: aquella que dispone de una fuente común para todo un edificio y mediante una instalación adecuada se reparte el frío y calor por todas las dependencias, siendo transportados por medio de un fluido.
- Urbana: aquella en la que la central térmica se separa del edificio, ya que rebasa los límites del mismo, y es ubicada en sus proximidades, pero como edificación

totalmente independiente de aquellas otras que habían de recibir calor.

Desde el punto de vista general de un edificio, los sistemas colectivos son siempre mejores que los individuales; el sistema colectivo concentra toda la problemática y las servidumbres de los sistemas de climatización en un solo punto, resolviendo su situación, disposición y funcionamiento de una forma más racional, para el propio edificio (situación de la caldera, evacuación de humos, distribución, etc.), mientras que en los sistemas individuales se reparte toda esa problemática en muchos puntos, con lo que se multiplican las dificultades, también se produce un uso de la energía mayor con menor aprovechamiento de los recursos energéticos.

La climatización del edificio con un sistema colectivo es uniforme y por igual, actuando como un único cuerpo caliente, mientras que en los sistemas individuales, la climatización no es por igual, ya que según los equipos y su rendimiento podrá variar.

La utilización actual de los combustibles gaseosos, ha permitido la proliferación en los últimos años de los sistemas individuales, con la única ventaja por parte del usuario de poder utilizar la instalación a su voluntad, pasando de ser una instalación de usos generales del edificio a ser una instalación individual privada para cada habitáculo.

#### 7.1.2. Según el tipo de energía

Según este criterio los sistemas se clasifican de la siguiente manera:

- **Calefacción termodinámica:** Este tipo de calefacción se centra en una bomba de calor. Consiste en un sistema de bombeo por energía, desde el exterior al interior del edificio a caldear, con una bomba (aire-aire) tomando la energía de un nivel térmico inferior (aire exterior) al utilizado en la calefacción interior del local a calefactar (aire interior).

El equipo consiste en un compresor (movido por un motor eléctrico) un condensador y un evaporador, constituyendo un equipo productor de frío con un líquido frigorífero que cambia el estado y que circula por la acción del compresor, desde el condensador al evaporador y viceversa.

- **Calefacción eléctrica:** Corresponde a todos aquellos sistemas de calefacción que utilizan la disipación de la energía eléctrica mediante el efecto Joule como fuente de calor. Se conoce como efecto Joule el fenómeno de que una corriente eléctrica, al pasar por una resistencia, desprende calor. Se distinguen dos grandes sistemas: calefacción directa, mediante estufas, calentadores etc., y la calefacción por acumulación, mediante acumuladores.
- **Calefacción por energía solar:** En esta clase de instalaciones se hace uso de la radiación electromagnética que procede del sol y que, mediante conversión foto térmica, se transforma en energía térmica que es almacenada por un fluido (agua generalmente).



- Calefacción convencional: Los sistemas de calefacción convencional son los que emplean como fuente energética el calor de combustión de un combustible orgánico sólido, líquido o gaseoso. Es el tipo de calefacción más utilizado.

Según el combustible que se quema, los sistemas o instalaciones de calefacción convencional son los siguientes:

- Calefacción de gasoil
- Calefacción de gas natural
- Calefacción de gases manufacturados

#### 7.1.3. En función del fluido portador de calor o frío

Según el tipo de fluido encargado de aportar el calor los sistemas se dividen en:

- Calefacción por aire caliente:

En el campo industrial se utilizan generadores de aire caliente independientes, que impulsan el aire a lo largo y ancho de la nave, aunque a veces también se utiliza una red de distribución de conductos de aire.

En el campo de confort se trata el aire en un equipo que dispone de un intercambiador alimentado por agua o vapor, donde se calienta el aire. Este se distribuye por una red de conductos.

La calefacción por aire caliente es poco apropiada para el calentamiento de edificios de oficinas, ya que requiere una red de canalizaciones, larga, voluminosa y compleja, que es por lo general cara y difícil de conseguir, por razones de espacio fundamentalmente.

Por el contrario, este tipo de calefacción tiene una gran aplicación en locales grandes (talleres, naves, auditorios, iglesias, etc.) obteniendo en estos casos un rápido calentamiento del local y un costo inicial relativamente bajo.

Las ventajas son:

- Corto periodo de encendido y puesta en marcha
- Apta para servicios discontinuos
- Regulación sencilla
- Ausencia de superficies de regulación
- Bajo costo inicial de calefacción

Los inconvenientes son:

- Necesidad de gran volumen por la red de conductos
- Mayor complejidad del cálculo de la instalación
- Falta de uniformidad en el reparto de la temperatura
- Incidencia directa del aire, puede llegar a molestar

- Calefacción por vapor:

La red de circulación lleva por las tuberías vapor de agua a presión generado en la caldera, hasta los elementos denominados intercambiadores, que por lo general son radiadores empleando un ventilador para acelerar la circulación y finalmente el agua condensada que resulta es devuelta de nuevo a la caldera en donde comenzará otra vez el ciclo.

Donde tiene una mayor aceptación es en instalaciones de locales de uso intermitente, logrando llegar rápidamente al ritmo normal de funcionamiento, tales como para escuelas, iglesias, talleres, etc.

Las ventajas son:

- Elevada entalpía que contiene el vapor de agua, resultando un fluido calorífico muy eficaz.
- Rápido aumento de la temperatura.
- Radiadores y tuberías más pequeños

Los inconvenientes son:

- Mala regulación a nivel central (caldera), ya que es más fácil regular temperaturas que cantidades de calor.
- Alta temperatura de las superficies de calefacción, que puede influir en las condiciones higiénicas del local.
- Necesidad de mayor altura en sala de calderas.

- Calefacción por agua

Es el sistema más utilizado y preferido para edificios medianos, presentando como ventajas fundamentales su sencillez de funcionamiento, su gran seguridad y su fácil regulación térmica, mediante la variación de la temperatura de la caldera.

La disposición de la instalación establece dos sistemas diferenciables: instalación abierta e instalación cerrada.

La calefacción abierta es aquella en que la instalación está comunicada con la atmósfera, por su parte superior (depósito de expansión), alcanzando una temperatura máxima en el agua, de unos 90-95 °C, admitiendo que en los retornos alcanza unos 70 °C de temperatura media.

Por el contrario, la instalación cerrada, es aquella en la que el agua no está en comunicación con la atmósfera. Puede alcanzar temperaturas por encima de los 100 °C, y mantiene una determinada presión interior, teniendo un rendimiento térmico superior, denominándose calefacción por agua sobrecalentada. Para su funcionamiento precisa calderas presurizadas.

#### 7.1.4. Por el tipo de aparato generador de calor o frío

Según este concepto las instalaciones se clasifican en:

- Instalaciones de radiadores:

Es, sin lugar a dudas, la superficie de calefacción más utilizada, aunque solamente emite un 20% aproximadamente de su calor por radiación y el resto básicamente por convección, por ello como mejor trabaja es aislado y libre. Su concepción es a base de elementos y columnas que definen su longitud y profundidad.

- Instalaciones de convectores:

El convector cede todo su calor por convección al aire que se hace circular a través de sus superficies calientes (serpientes, placas, radiadores o tubos) dándole forma a su cubrición para canalizar el aire del local y hacerle pasar forzosamente a través del foco de calor de una forma natural (convección natural) o forzada (convección forzada).

- Instalación de fan-coils (ventilador y serpentín):

El fan-coil es un serpentín formando un radiador (batería) por cuyo interior circula el agua de la calefacción, y lleva incorporado un ventilador eléctrico que fuerza a pasar el aire recirculado de la habitación a caldear a través del citado radiador o batería robándole su calor.

- Instalaciones de aerotermos:

Estos emisores de calor, también denominados unitermos, consisten en una batería de tubos de cobre con aletas y un ventilador helicoidal colocado detrás de la batería, emitiendo una corriente de aire que se calienta al pasar por la batería, impulsándola a salir a través de unas persianas orientables en

su frente, produciendo el movimiento del aire del local. Los aerotermos emiten una gran cantidad de calor por unidad de volumen de aire, estando orientada su instalación al calentamiento industrial de naves y talleres.

Tienen un fuerte nivel sonoro debido al ventilador y por ello no es idóneo para calefacciones de edificios de elevado confort.

- Instalaciones de paneles radiantes:

Los paneles son placas huecas de muy poco espesor, por cuyo interior circula el fluido calefactor, presentando una gran superficie de cesión del calor por radiación, y también parte por convección del aire que circula entre las placas y la pared.

- Instalaciones de tubos de aletas:

Los tubos de aletas son tubos de hierro fundido o de acero rodeados de unas aletas metálicas de sección disminuyente hacia el exterior, que se calientan en su contacto con el tubo y ceden calor al aire por convección y radiación. Se suelen combinar en una o varias filas y su utilización más corriente es en grandes locales. Su mayor inconveniente es que precisan de una limpieza periódica, para evitar que las aletas queden atascadas con suciedades y el aire no circule bien entre ellas, bajando su rendimiento.

## 8. SOLUCION ADOPTADA

El sistema está elegido en función de las características constructivas de los edificios, de su uso y de su capacidad de adaptación a las necesidades térmicas y a la normativa vigente.

El tratamiento de las condiciones termo-higrométricas de cada una de las dependencias viene impuesto por las cargas térmicas que se generan en ellas, así como del nivel de confort requerido para el desarrollo normal de la actividad en las mismas.

En base a lo anterior, el estudio preliminar del edificio en conjunto y de las diversas dependencias que lo componen en particular, nos lleva a las siguientes conclusiones:

- Se precisa calefacción en todas las dependencias de uso habitual, tanto en la nave como en las oficinas.
- Se climatizarán los locales en verano, refrigerándolos hasta conseguir las condiciones de confort establecidas en el apartado correspondiente de la presente Memoria.
- Se preparará agua caliente para uso sanitario, de manera que pueda disponerse de ella en los aseos y en los vestuarios.

- Se requieren sistemas de ventilación mecánica en todas las dependencias, independientemente de que dispongan o no de huecos practicables para ventilar de forma natural.

Para la elección del sistema de tratamiento más adecuado en cada época del año, se han tenido en cuenta las características tanto físicas como funcionales de cada parte del edificio, y que a continuación se señalan:

- Una única Propiedad.
- Posibles ocupaciones parciales, totales y temporales
- Uso simultáneo de diversas zonas.
- Inercia térmica de la construcción.
- Mantenimiento económico.
- Gestión centralizada.
- Seguridad y confort.
- Ahorro energético.

En base a estas premisas, el sistema de instalación debe reunir al menos los siguientes requisitos:

- Posibilidad de uso independiente de las distintas zonas.
- Puesta en régimen con rapidez.
- Diferente demanda térmica según las distintas orientaciones.
- Accesibilidad de las instalaciones.
- Sencillez de manejo por parte de los usuarios.
- Mantenimiento económico.
- Adaptación a la Normativa vigente.

Se describen, a continuación, los sistemas elegidos para climatizar las distintas dependencias, atendiendo a los requisitos anteriormente mencionados.

Se detalla, igualmente, el procedimiento de preparación del A.C.S. que se ha considerado como más adecuado a las necesidades de la actividad que se desarrolla en el edificio.

El emplazamiento de la maquinaria, dimensiones y trazado de las canalizaciones y otros datos de interés referentes a la instalación descrita en los próximos apartados, se recogen en el documento de planos.

### 8.1. Producción frío-calor

La producción de fluido térmico se diversifica en función del uso de cada zona, siendo, pues, independiente el de la nave y el de las oficinas.

Para la nave se producirá agua fría mediante enfriadoras de condensación por aire y agua caliente a través de calderas de de condensación alimentadas con gas natural.

Se han calculado unas necesidades de 2.382'15 Kw frigoríficos que se satisfarán con 3 grupos de frío de 880 Kw cada uno. La potencia térmica necesaria para calefacción se ha calculado en 1.694'14 Kw, que se alcanzarán con sendos grupos térmicos de 900 Kw cada uno, haciendo un total de 1.80 Kw; cada módulo estará formado por 3 calderas independientes.

Por su parte, la producción de agua fría y caliente en las oficinas correrá a cargo de sendos grupos tipo bomba de calor, de condensación por aire, con recuperación de calor para generación simultánea de frío y calor.

Como las oficinas requieren 244'84 Kw frigoríficos y 319'11 Kw caloríficos, cada equipo previsto tiene una potencia de 167 Kw frigoríficos y 188 Kw caloríficos.

Para el apoyo a los equipos en ciclo de calefacción, se propone la instalación de una caldera de gas natural de 300 Kw de potencia nominal, también de condensación y alto rendimiento.

En calefacción se han considerado unas pérdidas del 4% en tuberías, máximo permitido por el RITE en el punto 6 de IT.1.2.4.2.1.1, y unas mayoraciones comprendidas entre el 5% y el 10% en razón de la orientación de cada local.

En refrigeración, se ha considerado una simultaneidad del 80% en oficinas y del 100% en nave, a la hora de cuantificar la demanda máxima del edificio.

En ambos casos, el fluido térmico se distribuye a las unidades terminales a través de tuberías que discurren a gran altura por el interior de la nave, y por el falso techo en oficinas.

DENOMINACION	MARCA	MODELO	POTENCIA	OTROS
Grupo de frio Nave	TRANE	RTAC-240-Std	Frio: 880,00 Kw	Agua: 7-12°C  EER: 3,15 Kw/Kw

Caldera	WEISSHAUPT	WTC-GB 300	Calor: 300,00 Kw  (cada caldera independiente)	Rdto: 108 %
Bomba de calor Oficinas	CLIMAVENETA	HRAQ- 0704-HL	Frio: 167 Kw  Calor: 188 Kw	Agua: 7-12°C / 45-40°C  EER: 2,35 Kw/Kw  COP: 2,85 Kw/Kw

## 8.2. Producción A.C.S.

Para la preparación del A.C.S. se instalará un nuevo intercambiador, también de placas, por el que discurrirá el agua caliente sanitaria de consumo para su distribución.

Como prevención contra la formación de Legionelosis en la instalación, el sistema contará con toma para la hipocloración del circuito de distribución y puente sobre la válvula de 3 vías para permitir el tratamiento mediante choque térmico.

Dispondrá igualmente de una electrobomba para la recirculación del agua en caso de no existir demanda.

En el presente Proyecto no se aborda tan en detalle la parte de A.C.S, por ello se contempla únicamente su producción, y no la acometida hidráulica ni la red de distribución.

El cálculo de la demanda de A.C.S. tampoco se contempla en este proyecto y quedara definido por el técnico competente.

## 8.3. Climatización locales

Se insiste en los prolegómenos de éste apartado, en los diferentes usos, horarios y ocupaciones que se presentan en los diferentes locales que conforman el edificio, y que se refleja en las necesidades térmicas de cada uno de ellos.

Para cada una de las dependencias se ha previsto un sistema de instalación independiente que permita el funcionamiento simultáneo de la calefacción y la refrigeración en distintos locales, en previsión de demandas contradictorias en etapas intermedias, según se describen a continuación.

- Electro bombas y Tuberías de distribución:

Las redes de distribución interior se realizarán a 4 tubos, de manera que las unidades terminales dispongan simultáneamente de agua fría y agua caliente, para que cada usuario pueda determinar si quiere calefacción o refrigeración, independientemente del servicio que demanden otros usuarios.

Distinguiremos entre dos tipos de circuitos:

- Primario que recircula entre grupos de producción y colector
- Secundario que recircula entre colector y elementos terminales

Se empleará tubería de acero negro electrosoldado, calidad UNE 19.040 de dimensiones acordes con la Norma DIN2440.

Las redes de distribución, sea cual sea su naturaleza, contarán con los elementos propios de las instalaciones hidráulicas, tales como llaves de seccionamiento, válvulas de retención y seguridad, termómetros, manómetros, etc.

Se protegerán las redes de distribución con dos capas de pintura anticorrosiva, y se aislarán en todo su recorrido para evitar las pérdidas a través de las tuberías y, en el caso de la tubería de refrigeración, evitar la formación de condensaciones en las paredes frías. Igualmente, en trazados discurrentes por la sala de máquinas o por el exterior, se protegerá el calorifugado con encamisado realizado en chapa de aluminio.

- Unidades terminales:

En oficinas, los locales a tratar contarán con un climatizador tipo fan-coil, encastrado en falso techo, provisto de batería de intercambio y ventilador centrífugo, adecuado a las necesidades de la dependencia a la que den servicio; se abastecerán de agua fría o caliente para enfriar o calentar el aire en función de las necesidades de cada usuario.

Para el tratamiento de la nave se dispondrán climatizadores autoportantes provistos de ventiladores de impulsión y retorno, recuperador de calor rotativo entalpico, compuertas para enfriamiento gratuito por aire exterior (Free-Cooling) y baterías de frío y calor, según se describen en el apartado correspondiente del presente documento.

- Redes de conductos:

Cuando se trate de unidades terminales tipo fan-coil, se distribuirá el aire mediante plenum construido con paneles de fibra de vidrio de 25 mm de espesor con doble recubrimiento de papel Kraft-Aluminio, tipo Climaver PLUS, y derivaciones a los elementos de difusión mediante canalizaciones en aluminio flexible aislado de sección circular.

El retorno del aire al equipo para su tratamiento se realizará a plenum, mediante



rejillas de lamas fijas a 45° emplazadas en el falso techo.

En la Nave el aire tratado procedente de los climatizadores se canalizará, tanto la impulsión como el retorno, mediante conductos rectangulares contruidos en chapa de acero galvanizado, con juntas longitudinales tipo Pittsburg y uniones transversales mediante bayoneta deslizante o con juntas tipo METU, según sean las dimensiones del conducto.

Se aislarán exteriormente con manta de espuma elastomérica flexible de células cerradas, tipo ARMADUCT, de 30 mm de espesor.

En todos los casos, las juntas se sellarán con cinta autoadhesiva de aluminio para garantizar su estanqueidad.

- Desagües:

Los condensados que genere cada aparato en el proceso de enfriamiento del aire se canalizarán a punto de vertido próximo mediante tubería de PVC con uniones encoladas.

- Regulación y control:

Dada la complejidad del sistema de regulación previsto, nos remitimos al capítulo específico para su descripción.

- Contaje de consumos:

Por tratarse de un edificio de una única Propiedad, no se hace preciso el contaje independiente de consumos.

- Difusión:

En oficinas, sea cual sea el tipo de local de que se trate, el aire tratado se impulsará a los locales mediante difusores rotacionales. Su principal característica es el elevado poder de inducción, que garantiza una adecuada homogeneización de la temperatura en la zona ocupada. Dispondrán de plenum de embocadura para conducto circular y dispositivo de regulación de caudal.

En la nave, sin embargo, dadas sus características, se requiere un sistema de difusión que permita largos alcances, por lo que se opta por la instalación de toberas en los conductos.

El retorno del aire al equipo para su tratamiento se realizará mediante rejillas convencionales, de aluminio anodizado, rectangulares, con lamas fijas a 45°, provistas de plenum de embocadura, dispositivos de regulación de caudal y fijación invisible.

En oficinas se colocarán en el falso techo, mientras que en la nave se emplazarán a baja altura para evitar la estratificación del aire caliente en invierno, y favorecer la del aire frío en verano.

El trazado de las tuberías y los conductos y sus dimensiones, así como la

ubicación de unidades terminales, elementos de difusión y rejillas de retorno quedan reflejados en los planos de la instalación que acompañan a esta Memoria.

## 8.4. Ventilación locales

Este apartado se refiere fundamentalmente a las oficinas.

En la nave los niveles de ventilación serán los requeridos por la producción (se usan resinas y otros productos) y será posible trabajar hasta con el 100% de aire exterior. Se predetermina un nivel mínimo de aire exterior correspondiente al 15% del caudal total recirculado, para el que se dimensionan los recuperadores de los climatizadores

Una vez se ha determinado los caudales de ventilación requeridos en cada dependencia de las oficinas, se opta por zonificar el edificio y prever sistemas conjuntos de ventilación de manera que se garantice la correcta renovación del aire con el mínimo consumo energético.

Con carácter general cada subsistema contará con central de extracción de doble flujo, adecuada en prestaciones, provista de ventiladores centrífugos con motor de acoplamiento directo tanto en aspiración como en impulsión y recuperador estático de placas; todo ello montado en interior de envolvente insonorizada.

Las canalizaciones a emplear en los trazados horizontales se construirán con paneles de fibra de vidrio de 25 mm de espesor, con doble recubrimiento de papel Kraft-Aluminio, tipo Climaver PLUS.

Las derivaciones a las rejillas de aspiración se realizarán con conductos de aluminio flexible.

En ambos casos, se sellarán las juntas con cinta de aluminio autoadhesiva.

En las montantes para el vertido del aire viciado por la cubierta del edificio se emplearán conductos de chapa de acero galvanizado.

Las rejillas de aspiración serán rectangulares, de lamas fijas a 45°, provistas de dispositivo de regulación de caudal y marco de montaje metálico.

Los aseos y vestuarios dispondrán de sistema de ventilación independiente; los extractores a emplear serán helicocentrífugos, de instalación en línea.

El resto de componentes (conducciones y elementos de aspiración de aire), serán similares a los descritos para las ventilaciones generales.

## 9. COSTE SOLUCIÓN ADOPTADA

Sin entrar en detalle, cosa que se hará mas adelante en el documento presupuesto, se va a presentar un pequeño resumen del coste del proyecto:

Se distingue entre zona de oficinas y zona de nave.

### OFICINAS:

Producción térmica	151.947,78
Redes de agua	74.220,67
Climatizadores y difusión de aire	109.746,09
Instalación eléctrica	34.617,95
Instalación de control	56.384,82
Control estricto locales informática	28.003,08
Instalación de energía solar	49.711,47
Tubería aire frio y agua caliente sanitaria en sala de depósitos	4.368,14
<b>TOTAL OFICINAS</b>	<b>509.000,00</b>

### NAVE:

Producción térmica	600.973,35
Frio	408.387,86
Calor	192.585,49
Climatizadores y difusión de aire	634.065,12
Instalación eléctrica	48.465,70
Instalación de control	104.450,96

Distribución de frío para usos futuros (opcional)	850,26
Precios contradictorios	51.482,58
<b>TOTAL NAVE:</b>	<b>1.440.287,97</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</b>	<b>1.949.287,97</b>
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>	<b>116.957,28</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>253.407,45</b>
<b>TOTAL RESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>2.319.652,69</b>
<b>I.V.A (18%)</b>	<b>417.537,48</b>
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO</u></b>	<b><u>2.737.190,17</u></b>

En definitiva, el total de presupuesto asciende a DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CIENTO NOVENTA euros con DIECISIETE céntimos.

## 10. JUSTIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

### 10.1 Calidad térmica

En el presente apartado se hace referencia a los parámetros termo-higrométricos en los que se basa el presente Proyecto.

Se ven a continuación las condiciones interiores requeridas, ya que sobre las exteriores se ha hablado con anterioridad.

- Condiciones interiores:

- Condiciones ambientales

Las condiciones de temperatura y humedad que debe alcanzar y mantener el sistema de climatización previsto, se reflejan en el siguiente cuadro:

- Temperatura seca – calefacción	21°C
----------------------------------	------

- Humedad relativa – calefacción	50%
- Temperatura seca – refrigeración	24°C
- Humedad relativa – refrigeración	45%
- Nivel sonoro máximo admitido	30 dB(A)
- Velocidad residual máxima	0'20 m/s

Se admitirán variaciones de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  de temperatura y  $\pm 10\%$  de humedad relativa. Todos los valores referidos se consideran dentro de la zona ocupada.

- Ocupación

Se ha considerado la indicada en los apartados anteriores de este Documento, es decir 150 personas en oficinas y 80 personas en la nave de producción.

- Potencias instaladas

En oficinas, la actividad a desarrollar en la mayoría de las dependencias requiere la consideración de ordenadores personales (a razón de 1 por cada usuario), impresoras, fotocopadoras y equipos de telefax (uno por oficina o grupo de ellas cuando estas ocupan diversas dependencias).

En la nave, por su parte, se estima una potencia disipada por este concepto de 1.050 Kw emitidos por los equipos de producción.

- Alumbrado

El nivel de iluminación considerado para el cálculo de cargas térmicas por éste concepto es de  $12 \text{ W/m}^2$  en nave y  $25 \text{ W/m}^2$  en las oficinas.

En base a los datos aportados, se adjunta el cálculo de cargas térmicas en el documento de cálculos.

## 10.2. Calidad del aire

Las oficinas dispondrán de un sistema de ventilación que les confiera una categoría de aire interior IDA2, mientras que la nave tendrá categoría IDA3.

La determinación de los caudales de ventilación requeridos se ha realizado en base a la ocupación y a la superficie, tomando la más desfavorable de ambas.

El aire exterior que se aportará a las locales puede considerarse ODA2, por encontrarse el edificio en un complejo industrial muy extenso, con pocos focos contaminantes en las proximidades.

De acuerdo con esta categoría y la correspondiente al aire interior de cada recinto, se determinará la eficacia de los filtros que deban instalarse.

Por último, la calidad del aire de extracción se ha considerado AE1, por proceder de oficinas y locales en los que no está permitido fumar.

El aire procedente de la extracción de aseos, calculado a razón de 7'20 m<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie, tiene la consideración de AE3.

### **10.3.- Exigencias de higiene**

#### **- Preparación de A.C.S:**

Como prevención contra la formación de Legionellosis en la instalación, el sistema contará con toma para la hipercloración del circuito de distribución y puente sobre la válvula de 3 vías para permitir el tratamiento mediante choque térmico.

#### **- Limpieza de conductos:**

Los conductos de impulsión y retorno de aire dispondrán de registros de limpieza conforme a lo dispuesto en UNE-ENV 12907.

Se admitirán los huecos de los elementos de impulsión y retorno y los cuellos de derivación a los mismos como aberturas de servicio.

### **10.4.- Calidad del ambiente acústico**

La instalación cumplirá la exigencia del documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la edificación.

Las medidas de protección contra el ruido previstas son:

#### **- Caldera y enfriadora:**

Se instalarán sobre soportes antivibratorios.

Su unión a la red de tuberías se efectuará mediante manguitos antivibratorios.

#### **- Climatizador:**

Apoyo del climatizador sobre soportes antivibratorios.

Las uniones entre las distintas tomas del climatizador y los conductos se efectuará mediante lona antivibratoria.

#### **- Bombas:**

Su unión a la red de tuberías se efectuará mediante manguitos antivibratorios.

## 11. JUSTIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DE EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGETICA

### 11.1. Generación de calor y frio (IT 1.2.4.1.)

La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales se ajustará a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas, considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.

Cuando se interrumpa el funcionamiento de un generador, deberá interrumpirse también el funcionamiento de los equipos accesorios directamente relacionados con el mismo, salvo aquellos que, por razones de seguridad o explotación, lo requiriesen. Para ello, la circulación del agua por cada equipo está a cargo de bombas específicas que se detendrán cuando este quede fuera de servicio.

- Calderas:

Se prevé la instalación de sendos módulos formados, cada uno de ellos, por 3 calderas de condensación y alto rendimiento, a gas natural, con quemador de tiro forzado modulante, con un régimen de funcionamiento entre 51 y 300 Kw cada una. Corresponden a la marca WEISHAUPT, modelo WTC-GB 300; la caldera de apoyo para la calefacción de las oficinas responde al mismo modelo y prestaciones.

A efectos de rendimiento energético, a potencia nominal éste debe ser superior o igual al 93'48%, en tanto que a carga parcial (30%), debe ser superior al 99'47%, según lo establecido en el RD 275/1995 de 24 de febrero. Dado que el rendimiento a carga parcial, según datos del fabricante, es de hasta un 108%, se cumplen holgadamente las exigencias de la Normativa, aun considerando cada módulo como un único generador.

En lo que a fraccionamiento de potencia se refiere, dado que la potencia instalada es superior a 400 Kw, se consideran previstos un mínimo de 2 generadores, considerando cada módulo de tres calderas como uno solo.

Como ya se ha especificado, los quemadores de cada una de las calderas son de acción modulante, por lo que también se da por cumplida la Instrucción Técnica IT 1.2.4.1.2.3.

- Enfriadoras:

Para producir agua fría para los climatizadores que dan servicio a la nave se propone la instalación de 3 plantas enfriadoras de condensación por aire, de 881'46 Kw cada una, correspondientes a la firma TRANE, modelo RTAC240SE, con un EER de 3'15 a plena potencia, con refrigerante R134a.

Se prevé el funcionamiento de las unidades para trabajar con agua glicolada a 7°C en impulsión y 12°C en retorno; los equipos dispondrán de 4 compresores de tornillo con control de capacidad continuo.

- Bombas de calor:

La producción de agua fría y caliente para la climatización de las oficinas podrá realizarse de forma simultánea en equipos tipo bomba de calor de condensación por aire, con dispositivo de recuperación para funcionamiento a 4 tubos.

Se propone la instalación de 2 unidades de la marca CLIMAVENETA, correspondientes al modelo HRAQ-0704-HL, de 167 Kw de potencia frigorífica y 188 Kw de potencia calorífica (nominal en ambos casos).

Las unidades propuestas tienen un EER de 2,35 y un COP de 2,85 en funcionamiento a plena potencia (sin recuperación).

Ahora bien en cargas simultaneas, que se necesitan en épocas intermedias del año, estas unidades suman sus coeficientes energéticos y podríamos estimar un:

$$\text{COP de } 2.35 + 2.85 = 5,20 \text{ Kw/Kw}$$

Cada equipo dispondrá de 4 compresores tipo scroll de parcialización por etapas, desde un mínimo del 25% de la potencia nominal.

## 11.2. Aislamiento térmico de tuberías

Las tuberías se calorifugarán con coquilla de espuma elastomérica flexible de células cerradas, con barrera para-vapor, de conductividad térmica y espesor acordes a los exigidos en IT.1.2.4.2.1.2.

## 11.3. Conductos: aislamiento térmico y estanqueidad

Los conductos de impulsión y retorno de aire de los fan-coils estarán fabricados con paneles de fibra de vidrio de 25 mm de espesor, con doble recubrimiento de papel Kraft-Aluminio, tipo Climaver PLUS, por lo que en virtud de lo establecido en el punto 7 de IT.1.2.4.2.2 se consideran adecuados por ser su conductividad de 0'032 W/m.°K a 10°C.

Los conductos de chapa de acero galvanizado se aislarán exteriormente con manta de espuma elastomérica flexible, de células cerradas tipo ARMADUCT, con un coeficiente de conductividad de 0'038 W/m.°K a 10°C.

Como se quiere que se vehicule tanto aire frío como caliente, se opta por aislar los conductos con manta de 30 mm de espesor por ser el más conservador.

Considerando una presión estática en la red de impulsión de 600 Pa y un coeficiente de 0'009 correspondiente a estanqueidad clase B, el caudal de fuga se calcula en 0'575 dm<sup>3</sup>/s.m<sup>2</sup>.



Para los conductos de retorno, siendo la presión estática de 300 Pa, el caudal de fuga máximo admisible será de  $0'367 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ .

## 11.4. Sistema de regulación y control

La instalación contará con los elementos de regulación y control necesarios para la consecución y mantenimiento de las condiciones termohigrométricas establecidas, con el mínimo consumo de energía.

El sistema de regulación puede definirse en función de los distintos sub-sistemas que controla, según pasamos a describir.

### - Producción de calor

Cuenta con dos conjuntos multicaldera, definidos en capítulos anteriores, de condensación y alto rendimiento, que funcionaran mediante conjunto de regulación propio en cascada y ante señal de demanda generada en sistema de control centralizado

Las bombas de primario funcionan solidariamente a cada caldera y solamente en los momentos de demanda de producción

### - Producción de frío

Cuenta con tres grupos de frío condensados por aire, definidos en capítulos anteriores que funcionaran mediante conjunto de regulación propio en cascada y ante señal de demanda generada en sistema de control centralizado

Las bombas de primario funcionan solidariamente a cada grupo de frío y solamente en los momentos de demanda de producción

### - Producción A.C.S.

Se realizará mediante intercambiador de placas de 21.500 Kc/h, con agua caliente en primario con un caudal de 2.150 l/h a 75°/65°C; se regulará el paso de agua mediante válvula de 3 vías modulante en función de la temperatura de impulsión requerida en secundario (1.280 l/h a 70°/55°C en previsión choque térmico), para lo que se instalará servomotor de acción proporcional.

El control de la temperatura de impulsión a consumo se realizará mediante regulador de temperatura de inmersión y válvula de 3 vías mezcladora con cabezal de acción proporcional.

Contamos con sistema de apoyo solar con depósito acumulador previo que funcionará como primera etapa al ser un sistema gratuito

### - Circuitos distribución

Se instalarán sondas de inmersión para lectura de temperaturas en cada uno de

los circuitos, tanto en impulsión como en retorno.

Se controlarán parámetros tales como la marcha-paro y el estado de bombas. Se controlará la alternancia de funcionamiento de las bombas de reserva para que las horas de servicio de cada una sean similares.

Las electrobombas dispondrán de sondas de presión diferencial que controlarán el variador de velocidad que incorporan los equipos.

#### - Locales de oficinas

La instalación se realiza mediante fan-coils a 4 tubos: cada equipo contará con válvula de tres vías provista de actuador proporcional tanto en la acometida de agua fría como en la de calor.

En cada dependencia se instalará una unidad de ambiente que permita al usuario manipular las velocidades del ventilador y el selector de temperatura.

#### - Climatizadores

Se controlarán los ventiladores de impulsión y retorno, de forma independiente, tomándose lecturas de estado, actuando sobre la marcha y paro y regulando el variador de velocidad mediante presostatos.

No es posible usar dispositivo de enfriamiento evaporativo del aire de extracción, previo al recuperador de calor, pues los climatizadores atienden al proceso productivo en el que se controla la humedad ambiente y van dotados de recuperador rotativo. Esto supondría volver a introducir agua el ambiente del que se pretende extraer

Se actuará sobre las compuertas de free-cooling entálpico, mediante comparación de parámetros exteriores e interiores.

Los actuadores de las compuertas de toma de aire, salida de aire y recirculación serán de acción proporcional.

El control de la temperatura de impulsión de aire se realizará actuando sobre válvulas de tres vías con servomotor de acción proporcional instaladas en las tuberías de agua fría y caliente.

Se controlará el estado de los filtros mediante presostatos que proporcionen señales de alarma por filtros sucios.

En cada unidad se instalará un cuadro que albergará los módulos de comunicación y centralitas que den servicio a los locales de la misma.

El sistema se comunicará vía BUS con un puesto de control centralizado desde el que se podrá operar sobre los parámetros de la instalación.

La terminal de operador sólo podrá ser manipulada por personal autorizado, personal de mantenimiento del edificio y empresa mantenedora.

Se ha previsto la implantación de un sistema de la firma HONEYWELL, correspondiente a la serie DESIGO, comunicable vía Bacnet con protocolo LON/Ethernet IP.

### **11.5. Control de consumos**

Tal y como se ha comentado con anterioridad, la existencia de una única Propiedad hace innecesaria la contabilización independiente de consumos.

### **11.6. Recuperación de energía**

- Enfriamiento gratuito por aire exterior:

La instalación de climatización prevista para el edificio de oficinas no cuenta con ningún sub-sistema de potencia superior a 70 Kw que haga obligatorio el empleo del enfriamiento gratuito por aire exterior para su refrigeración.

En la nave, sin embargo, la potencia prevista en cada uno de los sub-sistemas supera el límite establecido por la Normativa, por lo que se hace preceptivo el aprovechamiento del aire exterior para la refrigeración de los locales.

Tal y como se ha descrito en el sistema de regulación y control, el aprovechamiento del aire exterior para la climatización de los locales se realizará cuando la entalpía de éste sea más favorable que la del aire interior, en perjuicio del aprovechamiento exclusivo por temperatura.

- Recuperación de calor

La zonificación realizada en oficinas hace que los caudales de ventilación de los distintos sub-sistemas sean inferiores a los mínimos establecidos para exigir la recuperación de calor del aire de extracción.

Aun así, se opta por instalar centrales de doble flujo, provistas de recuperador estático de placas, con una eficiencia del 54'7% en invierno, según datos del fabricante para las condiciones de diseño, superior al exigido en la tabla 2.4.5.1 de IT.1.2.4.5.2.

En la nave, por el contrario, se hace preceptiva la recuperación de energía del aire de extracción, por lo que se propone que los climatizadores incorporen recuperadores rotativos con un rendimiento mínimo del 70%.

Al tratarse de dispositivo con capacidad para recuperar humedad, se desestima la instalación de un sistema de enfriamiento evaporativo según se exige en el punto 2 de IT 1.2.4.5.2, aparte del hecho de que no es de aplicación el mencionado Reglamento.

### -Estratificación del aire

En las oficinas, la altura en cualquiera de las dependencias es tal que no se prevé que pueda haber problemas de estratificación, por lo que no se adoptan medidas al respecto.

Aún así, se opta por un sistema de difusión basado en equipos de alta inducción para homogeneizar al máximo la temperatura de los locales.

En la nave, al tratarse de un espacio de gran altura, pueden producirse estratificaciones en época invernal, por lo que se adoptan las siguientes medidas correctoras:

- Impulsión del aire tratado mediante toberas de largo alcance y elevado poder de inducción para alcanzar toda la superficie y permitir la máxima homogeneización de la temperatura posible.
- Retorno del aire para su tratamiento a través de rejilla a baja cota, para evitar la estratificación en invierno y favorecerla en verano.
- Tratamiento del aire a baja temperatura para evitar gradientes elevados de temperatura entre el aire impulsado y el aire ambiente.

Se estima que con las medidas adoptadas, el efecto de la estratificación queda minimizado al máximo.

### - Zonificación

El diseño de la instalación viene determinado por la confluencia en el edificio de diversos usos, actividades, horarios y ocupaciones, lo que supone en sí mismo una clara necesidad de zonificar la misma mediante la creación de sub-sistemas.

El primer escalón de zonificación se realiza diferenciando la instalación de la nave de la de las oficinas.

Dentro de la nave, la necesidad de fraccionar la potencia y los distintos usos en cada parte de la misma impone un nuevo escalón de zonificación, dividiendo el espacio en ocho módulos iguales con control independiente. A su vez, cada una de estos módulos es atendido por dos climatizadores

En las oficinas se procede igualmente a una primera zonificación por razón de las distintas plantas existentes.

Una segunda zonificación, dentro de cada planta, según el local sea independiente o diáfano, y en éste último caso, una nueva zonificación según se trate del exterior o del interior.

Se pretende así buscar el máximo confort de cada uno de los ocupantes, a la vez que se intenta el máximo ahorro energético que se deriva del ajuste de la potencia

cedida a la demanda real de cada recinto.

## 11.7. Empleo de energías renovables

En el apartado correspondiente de la presente Memoria se describe la instalación de sistemas de captación solar para la preparación del A.C.S.

El diseño de la misma se ha realizado en base a los parámetros que a continuación se indican:

### - Radiaciones mensuales

La instalación se ha calculado en función de la radiación solar recibida conforme a la orientación y a la inclinación de los captadores adoptados en el proyecto. Los valores unitarios de la radiación solar incidente en Pamplona, en Kw./h./m<sup>2</sup>. mensuales, en captadores en superficie horizontal, sin sombras, son los reflejados en la tabla que se adjunta a continuación.

#### RADIACION MENSUAL

- Enero: 40,67 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Febrero: 68,54 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Marzo: 131,8 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Abril: 141,4 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Mayo: 172,9 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Junio: 199,4 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Julio: 200,3 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Agosto: 180,40 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Septiembre: 119,90 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Octubre: 83,11 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Noviembre: 50,46 Kw./h./m<sup>2</sup>.
- Diciembre: 35,03 Kw./h./m<sup>2</sup>.

Fuente: Gobierno de Navarra. Estación Meteorológica del Perdón.

El captador seleccionado cumple la certificación emitida por el organismo competente en la materia según lo regulado en el RD 891/1980 de 14 de Abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de Julio de 1980 por la que

se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

Los captadores que integren la instalación son del mismo modelo, tal y como recomienda el código técnico, tanto por criterios energéticos como por criterios constructivos.

- Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación:

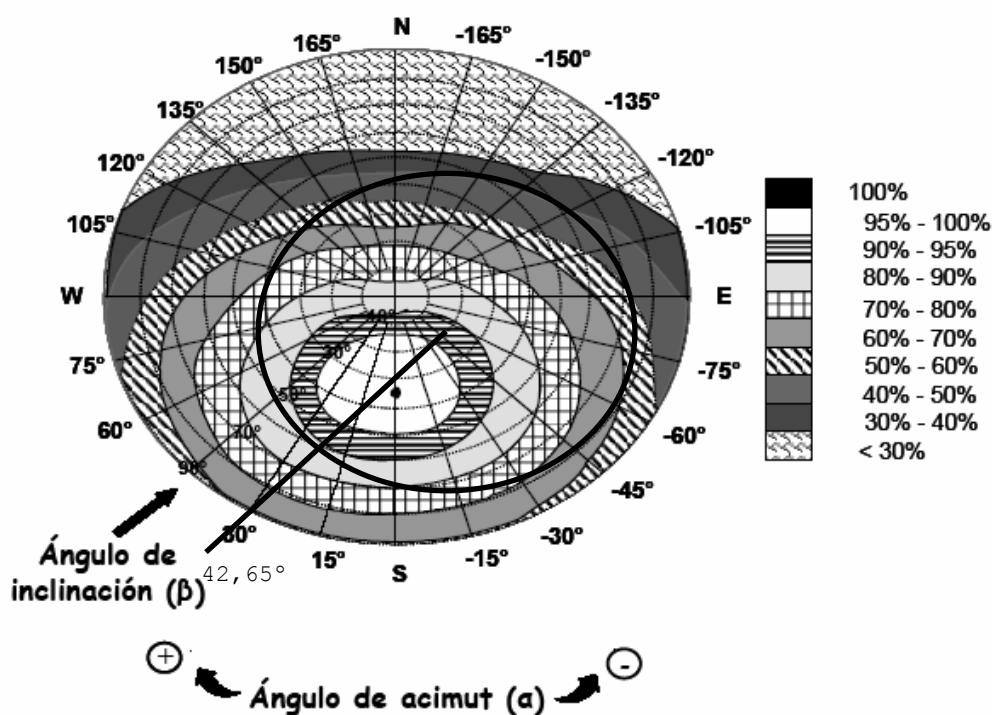


Figura 3.3

Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

En esta instalación, nos hemos alejado de los posibles obstáculos lo suficiente para no tener sombras sobre nuestro campo solar.

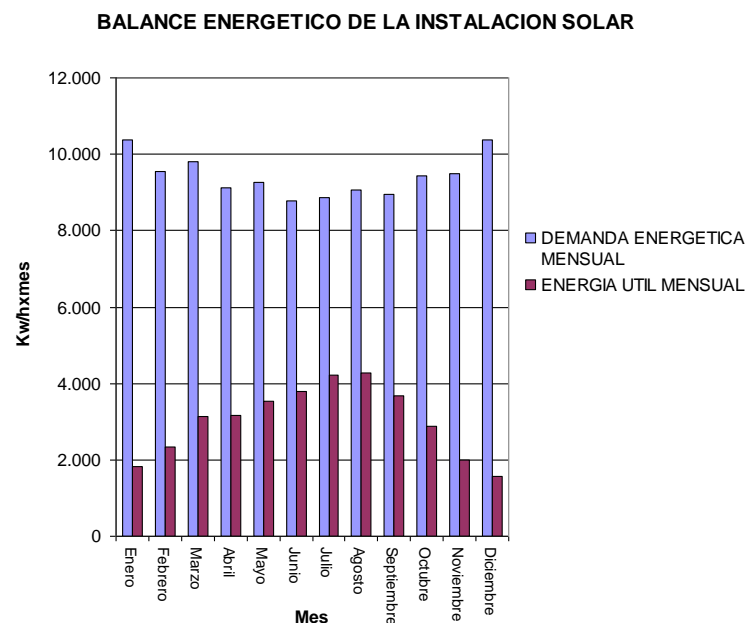
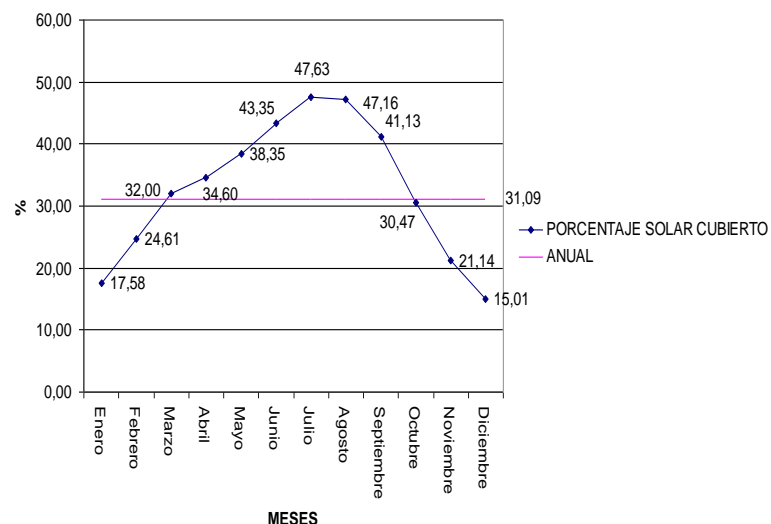
- Energía solar térmica aportada y Fracción solar media anual

Expresado en porcentaje, el ahorro anual de energía gracias al sistema solar es del 31,09%. Este porcentaje expresa la relación entre la energía solar útil aportada y la demanda energética para ACS. El campo solar proporcionaría un porcentaje de 33,42%, pero se reduce por las pérdidas de inclinación y orientación.

En la tabla siguiente mostramos los resultados de la simulación del comportamiento anual del sistema del aporte solar

<b>Balance energético de la instalación solar. Aplicación solar para ACS</b>				
<b>Mes</b>	<b>Radiación Disponible (Kw*h/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Energía solar útil aportada al ACS kWh</b>	<b>Demanda de ACS y distribución kWh</b>	<b>Grado de cobertura solar %</b>
<b>Enero</b>	80,05	1.825,61	10.383,45	17,58
<b>Febrero</b>	98,66	2.346,57	9.536,94	24,61
<b>Marzo</b>	129,12	3.141,15	9.817,08	32,00
<b>Abril</b>	130,93	3.160,88	9.135,00	34,60
<b>Mayo</b>	145,96	3.547,89	9.250,71	38,35
<b>Junio</b>	155,24	3.801,85	8.769,60	43,35
<b>Julio</b>	173,22	4.226,05	8.873,13	47,63
<b>Agosto</b>	173,55	4.273,60	9.061,92	47,16
<b>Septiembre</b>	148,92	3.682,49	8.952,30	41,13
<b>Octubre</b>	119,18	2.876,68	9.439,50	30,47
<b>Noviembre</b>	87,33	2.008,40	9.500,40	21,14
<b>Diciembre</b>	70,74	1.558,07	10.383,45	15,01
<b>Anual</b>	<b>1.512,92</b>	<b>36.449,25</b>	<b>113.103,48</b>	<b>33,43</b>

En la tabla siguiente se muestra el rendimiento de la instalación y los cálculos realizados sobre la base mensual



Tal y como se puede comprobar en el diagrama, en ningún mes del año la contribución solar real sobrepasa el 110 % de la demanda energética ni en más de tres meses seguidos el 100 %. Aún así, se propone la colocación de un aerotermo marca GREENHEISS modelo VAB-40, dándose prioridad a la disipación nocturna antes que al funcionamiento del aerotermo.

Ambos métodos se han proyectado para evitar posibles sobrecalentamientos en momentos de ocupación mínima, tales como meses estivales, Navidad, etc.



En la tabla siguiente se muestra diversas mediciones relacionadas con la energía solar:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
RADIACION SOLAR MENSUAL INCIDENTE SOBRE SUP. ORIENTADA AL SUR INCL. CAPTADORES "Elmes" (Kw*h/m <sup>2</sup> *mes)	80,05	98,66	129,12	130,93	145,96	155,24	173,22	173,55	148,92	119,18	87,33	70,74
ENERGIA MENSUAL SOLAR ABSORBIDA POR EL CAPTADOR "EAmes" (KWh/mes)	2.498	3.079	4.030	4.086	4.555	4.845	5.406	5.416	4.648	3.720	2.726	2.208
ENERGIA MENSUAL SOLAR NO APROVECHADA POR EL CAPTADOR "EPmes" (KWh/mes)	9.484	9.252	9.726	9.726	9.724	8.858	9.071	8.665	8.465	9.562	9.648	9.484
ENERGIA MENSUAL SOLAR NO APROVECHADA POR EL CAPTADOR sin añadirle sombras (Kw/mes)	9.484	9.252	9.726	9.726	9.724	8.858	9.071	8.665	8.465	9.562	9.648	9.484
SOMBRAS ENTRE FILAS DE COLECTORES (Kw/mes)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FRACCION ENERGÉTICA MENSUAL APORTADA POR EL CAPTADOR "f"	0,18	0,25	0,32	0,35	0,38	0,43	0,48	0,47	0,41	0,30	0,21	0,15
ENERGIA UTIL MENSUAL "EUmes" (KWh/mes)	1.826	2.347	3.141	3.161	3.548	3.802	4.226	4.274	3.682	2.877	2.008	1.558
FRACCION ENERGÉTICA ANUAL APORTADA POR LOS CAPTADORES "F"	17,58	24,61	32,00	34,60	38,35	43,35	47,63	47,16	41,13	30,47	21,14	15,01

#### - Bombas

El circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación que permite que la caída de presión se mantenga aceptablemente baja en todo el circuito.

Tal y como recomienda el CTE-HE4, la bomba en línea se ha montado en la zona más fría del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal. La bomba permite efectuar de forma simple la operación de desaireación o purga.

Los materiales de la bomba del circuito primario son compatibles con las

mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado.

Se han seleccionado dos electrobombas WILO STAR ST 25/7, cuyo consumo es de 144 W; por otra parte, la potencia eléctrica parásita para la bomba no excede los valores dados en la tabla 3.4 del EH4.

Se consume una potencia de 262.500 Kc/h, y tenemos un rendimiento de la instalación solar del 31,09%, por lo que:

$$262.500 \text{ Kc/h} \times 0,319 = 83.737,5 \text{ Kc/h}$$

$$83.737,5 \text{ Kc/h} \times 1,16 = 97.135,5 \text{ W}$$

$$97.135,5 \text{ W} \times 0,02 = 1.942,71 \text{ W}$$

Dado que el consumo de la bomba prevista es de 144 W, el valor es inferior al 2% del ahorro energético producido por nuestro campo solar.

## 11.8. Empleo de energía convencional

### - Calefacción por efecto Joule

No se prevé la calefacción de ningún local, ni siquiera como apoyo a un sistema primario, mediante el efecto Joule, por lo que no se abunda más en la materia.

### - Locales sin climatización

Todo local habitable contará con sistema de climatización, por lo que no es preceptivo el uso de energías renovables o residuales.

### - Fluidos a diferentes temperaturas

La instalación prevista se realizará a 4 tubos, por lo que cualquier unidad terminal recibe simultáneamente agua fría o caliente para satisfacer la demanda de cada usuario.

No obstante, el sistema de regulación está previsto para que el accionamiento simultáneo de la válvula de frío y la de calor sea imposible.

En definitiva, no se contempla el empleo de fluidos a diferente temperatura en un mismo subsistema, como sería el caso de un proceso de deshumidificación y post-calentamiento.

En nave cuya instalación no está sujeta a reglamentación para uso racional de la energía sí que se prevé la función de deshumidificación por enfriamiento y recalentamiento posterior del aire de climatización

## 11.9. Fuentes y consumo de energía

Tanto la instalación como el aparellaje eléctrico empleado para interconexiones, alimentación de equipos y maniobra, así como los componentes eléctricos propios de los equipos, montados en fábrica, estarán realizados de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

La instalación en el interior de la sala de calderas cumplirá lo establecido en el Reglamento específico.

Los equipos previstos, en lo que a mecanismos e instalación eléctrica propia se refiere, cumplirán lo establecido en el Real Decreto 7/1988 de 8 de enero, del Ministerio de Industria y Energía referente a “Electricidad. Exigencias de seguridad de material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión”. Los fabricantes de los equipos facilitarán los correspondientes certificados de conformidad con el mismo.

El dimensionamiento tanto de las líneas de alimentación como de maniobra, así como el diseño del cuadro eléctrico, formarán parte de Proyecto específico, redactado por Técnico competente.

El consumo eléctrico máximo previsto para cada uno de los ciclos posibles (refrigeración y calefacción), se calcula con los consumos unitarios dados en la tabla que se adjuntan en la hoja adjunta.

Los consumos obtenidos se consideran máximos, es decir, en los momentos de mayor demanda y con todos los equipos funcionando simultáneamente.

### CONSUMO ELECTRICO PREVISTO

EQUIPO	Nº Uds.	Kw/Ud.	Kw TOTAL INVIERNO	Kw TOTAL VERANO
Vent. Impulsión Clim Nave	16	18,50	296,00	296,00
Vent. Retorno Clim Nave	16	15,00	240,00	240,00
Grupo Frio	3	294,90		884,70
Bombas secundario frio Nave	3	22,00		66,00
Bombas secundario calor Nave	3	5,50	16,50	
Bomba enfriadora Nave.	3	11,00		33,00
Conjunto multicaldera Nave	2	2,10	4,20	
Electrobomba Frio Secund oficinas	2	3,00		6,00
Electrobomba Cal Secund oficinas	2	2,20	4,40	
Grupos B. Calor Oficinas	2	81,00	162,00	162,00
Electrobombas A.C.S y solar	7	0,25	1,75	
Caldera apoyo Oficinas	1	0,35	0,35	
Recuperadores Oficinas	1	6,16	6,16	6,16
Fancoils Oficinas	1	4,40	4,40	4,40
Equipos especiales, informatica	1	6,36	6,36	6,36
Regulación y control.	1	5,50	5,50	5,50
SubTotal:			747,62	1.710,12
Coef. Seguridad:	15 %		112,14	256,52

## 11.10. Justificación del sistema de climatización

Consideramos que la justificación energética de la elección del sistema de instalación queda reflejada en la exposición hecha en los anteriores apartados del presente documento.

Control de las instalaciones:

Todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de control automáticos necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la carga térmica.

El control y supervisión de edificios e instalaciones solo es posible con un sistema de gestión desde el que poder tener el control del edificio en una pantalla de ordenador. La automatización de las diferentes instalaciones y equipos harán que el edificio funcione de una forma óptima, obteniendo de él los resultados para los que fue proyectado y permitiendo una óptima explotación de la misma, extrayendo los datos necesarios para el análisis del funcionamiento.

## 12. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

### 12.1. Generación de calor y frío

- Generación de calor y frío

Las calderas, las planta enfriadoras de agua y las bombas de calor aire-agua estarán homologadas y dispondrán del pertinente marcado CE.

Todos los generadores de calor y frío dispondrán de dispositivo de corte de energía en caso de escasa o nula circulación de caudal. Dichos dispositivos podrán ser mecánicos (interruptor de flujo) o de presión diferencial.

- Sala de máquinas

El único local de la instalación que puede considerarse como tal es la sala de calderas, emplazada en local independiente emplazado en la fachada Noroeste de la nave.

Albergará las calderas, los colectores para la distribución interior del edificio y los grupos electrobomba de los distintos circuitos previstos para dar servicio a los distintos locales.

La construcción de la sala se ceñirá a lo expuesto en IT.1.3.4.1.2.2 en lo tocante a accesos, cerramientos y alumbrado.

Por tratarse de una sala de máquinas con generadores a gas, dispondrá de una superficie no resistente de al menos 4'05 m<sup>2</sup>, correspondiente a la centésima parte del

volumen de la misma.

Se instalará un sistema de detección de gas y corte del suministro, formado por centralita, 4 sondas (a razón de 1 por cada 25 m<sup>2</sup>) y electroválvula de rearme manual.

Igualmente se atenderá a lo estipulado en IT.1.3.4.1.2.6 en lo referente a dimensiones y espacios mínimos a respetar entre los equipos.

La ventilación inferior para entrada de aire se calcula en 9 m<sup>2</sup>, a razón de 5 cm<sup>2</sup> por cada uno de los 1.800 Kw instalados. La ventilación superior será de 900'80 cm<sup>2</sup>, por ser el área de la sala de 90'08 m<sup>2</sup>.

Las ventilaciones cumplirán lo establecido en la IT1.3.4.1.2.7 y se emplazarán conforme se indica en el punto 2.3 de la citada Instrucción Técnica.

La disposición de los equipos en el interior de la sala queda reflejada en el plano correspondiente adjunto a este documento.

La sala de maquinas dispondrá de ventilación directa hasta la cubierta del edificio, a través de patinillo previsto para éste y otros fines.

## 12.2. Redes de tuberías

### - Generalidades

Para la canalización de agua tanto fría como caliente se empleará, con carácter general, tubería de acero negro estirado, sin soldadura, DIN2448/St 37.0; en ambos casos se protegerá la tubería con dos manos de pintura antioxidante. La unión de los tramos rectos se realizará por medio de soldadura; en los cambios de sección y derivaciones se emplearán accesorios maleables del mismo material, tales como té, codos, curvas, etc.

Desde las válvulas de acometida a un determinado local hasta las unidades terminales que le dan servicio, se empleará tubería de polietileno reticulado, tipo multicapa, con alma de aluminio. Las uniones se realizarán mediante accesorios específicos.

En los tramos horizontales se dispondrá el número adecuado de soportes para evitar pandeos y bolsas de aire y no se colocarán los mismos distanciados más de 2 m en los conductos con diámetro igual o menor a 1"; la distancia se ampliará hasta 2,5 m para tuberías de diámetros comprendidos entre 1¼" y 2½". A partir de 2½" de diámetro, el distanciamiento entre soportes podrá ampliarse hasta 3,5 m.

Dichos soportes permitirán la libre dilatación de los tramos, sin oponer resistencia al deslizamiento de los tubos, y estarán fijados a paredes o forjados de forma que no se transmitan vibraciones o ruidos molestos al edificio.

En los pasos a través de muros o forjados se dispondrán pasamuros de forma que no exista contacto entre la estructura y los conductos, rellenándose los huecos con

coquillas de lana mineral de 30 mm de espesor.

Todas las canalizaciones estarán perfectamente alineadas y no presentarán puntos altos donde pudiera acumularse el aire, impidiendo un correcto funcionamiento de la instalación.

El recorrido de los distintos circuitos y las dimensiones de las tuberías en cada tramo se reflejan en el documento de planos.

El cálculo del diámetro, la velocidad y la pérdida de carga en cada tramo de la red de distribución se reflejan en documento de cálculos.

Para la red de distribución de A.C.S., objeto de Proyecto específico redactado por Técnico competente, se recomienda el empleo de tuberías de polipropileno, resistentes a las altas temperaturas.

#### - Alimentación, vaciado y purga

El llenado de la instalación se realizará de acuerdo a lo establecido en IT.1.3.4.2.2, mediante desconector, válvula de cierre, filtro y contador, según se refleja en el esquema de principio que acompaña al presente documento.

El diámetro de la tubería y los accesorios a emplear se ajustará a lo expuesto en la tabla 3.4.2.2 del citado apartado del RITE.

La instalación se completará con el número necesario de puntos de descarga que permitan el vaciado parcial o total de los distintos circuitos.

Los vaciados tendrá el diámetro establecido en IT.1.3.4.2.3 tabla 3.4.2.3, y su ejecución se ajustará a lo especificado en la misma.

#### - Valvulería y complementos

Se instalarán válvulas de seccionamiento y retención antes y después de aquellos elementos de la instalación que puedan requerir ser aislados para su mantenimiento o sustitución. También en aquellos ramales que se considere deban ser independizados para su reparación o ampliación.

Se emplearán válvulas de cierre tipo mariposa en canalizaciones con diámetro DIN2440 superior a 2 ½". Para diámetros inferiores se emplearán válvulas de esfera, de paso total.

Se instalarán válvulas de retención de disco, centradas entre bridas, en canalizaciones con diámetro DIN2440 igual o superior a 1 ½". Para diámetros inferiores se emplearán válvulas de retención de émbolo, roscadas.

Se instalarán elementos antivibratorios donde se prevea que puedan transmitirse vibraciones producidas por el normal funcionamiento de los equipos.

Se instalará el número preciso de filtros, de manera que todos los elementos de la red de distribución queden protegidos del posible arrastre de partículas e impurezas.

Se desmontarán para su limpieza después de las pruebas de puesta en marcha, volviendo a colocarse una vez limpios para la entrada en servicio de la instalación.

La red de distribución contará con dilatadores instalados en trazados rectos de larga distancia. Se fijarán puntos equidistantes de aquellos, de manera que se asegure su correcto funcionamiento.

Se dispondrán los dispositivos de medición necesarios exigidos en IT.1.3.4.4.5 o, en su defecto, se colocarán tomas para realizar las mediciones sin alterar el correcto funcionamiento de la instalación (dedos de guante, rabos de cerdo, etc).

#### - Grupos electrobomba

Tienen por objeto producir la presión necesaria en la red de tuberías para vencer las fuerzas debidas al rozamiento o a las resistencias simples producidas en cambios de sección, derivaciones, presencia de válvulas, etc., de manera que se garantice la llegada de agua al punto más desfavorable de cada circuito.

Se han previsto electrobombas de rotor húmedo con carácter general (la correspondiente al circuito primario de refrigeración, por prestaciones, debe ser de rotor seco), para instalación en línea, con uniones mediante bridas, en todos los circuitos.

El dimensionado de las electrobombas se ha realizado en función del caudal de agua y la altura manométrica del circuito al que da servicio cada una. En el documento cálculos se incluyen los resultados obtenidos mediante la aplicación del mencionado sistema.

#### - Expansión

Para absorber el aumento de volumen experimentado por el agua al ser calentada hasta 75°C en el circuito primario de calor, y a 70°C en el productor de A.C.S., se instalará un depósito de expansión cerrado por cada servicio, con regulación de presión mediante colchón de nitrógeno con membrana elástica de separación.

La capacidad total de acumulación será tal que absorba el 3'6% del contenido en agua de la instalación, considerando que la presión estática de la instalación es inferior a 20 mcda.

Para el circuito primario de las calderas de la nave se propone la instalación de 2 vasos de expansión de 150 litros de capacidad, una presión inicial de 2'5 Kg/cm<sup>2</sup> y una presión de trabajo tarada a 4 Kg/cm<sup>2</sup>.

Para el circuito de refrigeración de la nave se propone la instalación de un vaso de expansión de 250 litros de capacidad, también para una presión inicial de 2'5 Kg/cm<sup>2</sup> y una presión de trabajo de 4 Kg/cm<sup>2</sup>.

El circuito primario de la caldera de apoyo de las oficinas contará con un vaso de expansión de 150 litros de capacidad; las bombas de calor dispondrán de vasos de expansión de 140 litros de capacidad.

Unos y otros se llenarán hasta una presión inicial de  $2'5 \text{ Kg/cm}^2$ , quedando la presión de trabajo tarada a  $4 \text{ Kg/cm}^2$ .

La unión entre la instalación y el depósito de expansión se realizará con tubería de acero negro electrosoldado formando serpentín, sin calorifugar, de manera que el agua que entre al vaso lo haga a baja temperatura y no perjudique a la membrana elástica.

Se adjuntan, en el documento de cálculos, los resultados obtenidos para el tamaño de los vasos de expansión, que se han realizado en base al contenido de agua de cada servicio y la presión del mismo.

- Sistemas de seguridad

Su finalidad es la de evitar sobrepresiones en la instalación mediante la descarga de agua de la instalación a la red de evacuación del edificio.

Los modelos de válvula a instalar dispondrán de palanca de accionamiento, escape conducido y descarga visible.

- Red de desagües

Para eliminar los condensados generados en las baterías de los fan-coils, cada uno de los equipos dispondrá de bandeja de recogida con orificio de salida, al que se conectará la tubería de desagüe, de PVC, de diámetros según se indica en los planos que se adjuntan a esta Memoria.

Los condensados se canalizarán a la bajante más próxima con una pendiente mínima del 2%; para evitar el paso de olores se realizará un sifón de 10 cm de altura, como mínimo, preferiblemente a la salida de la bandeja de recogida de condensados o, en su defecto, en el entronque con la bajante.

### 12.3. Redes de conductos

- Canalizaciones

En el presente documento ya se ha hecho una descripción suficientemente detallada de los tipos de conductos previstos y su aplicación, por lo que no se abunda más en la materia.

El trazado y dimensiones de las diferentes redes de conductos quedan reflejados en los planos de planta que acompañan al presente documento.

El cálculo de la pérdida de carga en cada tramo de la red de distribución, y la velocidad de aire en el mismos, se reflejan en documento de cálculos.



#### - Difusores y rejillas

Se ha previsto la instalación de difusores de tipo lineal y rotacional en las oficinas, muy eficaces contra la estratificación por su elevada capacidad de inducir el aire del local, instalados en falso techo.

Se seleccionan unidades marca TROX modelo WDA los primeros y VDW los segundos, ambos con plenum de embocadura y dispositivo de regulación de caudal.

Para el retorno y la extracción de aire se emplearán rejillas de aluminio anodizado, con lamas fijas a 45°, de dimensiones adecuadas al caudal de aire que deban aspirar.

El modelo seleccionado es el ARP o AR-A, de la firma TROX. Incorporan compuertas de regulación de caudal y marco de montaje metálico.

Por otro lado, en la nave se prevé toberas de largo alcance marca TROX, modelo DUE, y rejillas de retorno de la marca TROX, correspondientes al modelo AE.

El emplazamiento y dimensiones de los elementos de difusión previstos queda reflejado en los planos de la instalación adjuntos.

Los parámetros de cálculo de los elementos que componen el sistema de difusión (rejillas y difusores) se indica en el documento cálculos que se encontrara mas adelante.

## 12.4. Unidades terminales

Tal y como ya se ha indicado con anterioridad, la climatización de los locales se realizará mediante dos tipos diferentes de unidades terminales: climatizadores en la nave, y fan-coils en el resto de dependencias.

#### - Climatizadores

Los climatizadores estarán provistos de ventilador centrífugo para retorno/extracción, cámara de recirculación, recuperador rotativo, filtro en la aspiración de aire exterior, antes del recuperador, pre-filtro y filtro de alta eficacia, batería de refrigeración con agua a 7/12°C y batería de calefacción con agua 65°/50°C, ambas construidas con tubos de cobre y provista de aletas de aluminio, y ventilador centrífugo para impulsión del are a los locales.

Se prevé su instalación en la nave, con el fin de alcanzar y mantener las condiciones termohigrométricas requeridas por la Propiedad para el correcto desarrollo del proceso productivo.

Se seleccionan unidades de la firma TROX, correspondientes al modelo TKM75, en ejecución autoportante para montaje en exterior, sobre la cubierta del edificio.

Se adjuntan en el documento cálculos los parámetros y hojas de selección facilitadas por el fabricante en base a los datos facilitados.

Se instalarán elementos de corte tanto en la entrada como en la salida de agua de los equipos, con el fin de poder proceder al mantenimiento de cada uno de ellos, de forma independiente, sin perjuicio del resto de la instalación.

#### - Fan-Coils

Los fan-coil son climatizadores de pequeña capacidad, que únicamente cuentan con filtro en la aspiración, batería de agua fría, batería de agua caliente y ventilador centrífugo de aspiración e impulsión.

Se ha previsto la instalación de unidades encastrables en falso techo, de la marca RHOSS, correspondientes al modelo EV, de tamaño acorde a la potencia requerida en el local al que de servicio cada uno.

Dispondrán de filtros en la aspiración, de eficacia según lo establecido en UNE EN 779 como mínimo. También contarán con llaves de corte en la entrada y salida de agua, de acuerdo con IT.1.3.4.2.12.

Igualmente dispondrán de válvula de tres vías con servomotor de acción proporcional tanto en la acometida de frío como en la de calor, gobernados por el termostato de ambiente.

Todo lo referente a la instalación de estas unidades se contempla en los planos correspondientes que acompañan a esta Memoria.

En el documento cálculos se adjuntan los parámetros de selección de equipos.

## 12.5. Protección contra incendios

El proyecto se ha redactado considerando lo especificado en el CTE, documento básico SI, seguridad en caso de incendio.

Sin embargo, en lo que a instalaciones se refiere, únicamente se ha considerado la implantación de compuertas corta-fuegos en las canalizaciones de aire que atraviesan distintos sectores de incendio.

## 12.6. Seguridad de uso

Se cuidará que la instalación cumpla lo especificado en IT.1.3.4.4 en lo tocante a superficies calientes y componentes móviles.

Se garantizará la accesibilidad a los equipos que deban ser mantenidos en los términos especificados en IT.1.3.4.4.3.

Se instalará un esquema de principio de la instalación en la sala de máquinas, correspondiente con lo realmente ejecutado.

Se cuidará de que todos los componentes que lo requieran dispongan de la instrumentación de medida pertinente, según se indica en IT.1.3.4.4.5.

## TITULO DEL PROYECTO:

# CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

Firmado: Pablo Irañeta de la Muela



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

CALCULOS

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento N° 2: CÁLCULOS

### ÍNDICE

1. Bases de calculo
  - 1.1. Datos de partida
  - 1.2. Condiciones exteriores
  - 1.3. Descripción del edificio
  - 1.4. Régimen de utilización
2. Calculo de los coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos
  - 2.1. Características de los cerramientos
  - 2.2. Calidad de los cerramientos
    - 2.2.1. Pared exterior de la nave
    - 2.2.2. Pared exterior de las oficinas
    - 2.2.3. Pared medianera con la nave
    - 2.2.4. Tabiques interiores
    - 2.2.5. Cubierta nave
    - 2.2.6. Cubierta oficinas
    - 2.2.7. Forjados intermedios
    - 2.2.8. Solera
    - 2.2.9. Acristalamientos
    - 2.2.10. Puertas
  - 2.3. Calculo de los parámetros característicos medios
  - 2.4. Conformidad demanda energética
3. Calculo de cargas térmicas
  - 3.1. Carga térmica de refrigeración
  - 3.2. Carga térmica de calefacción
  - 3.3. Cálculos
    - 3.3.1. Nave
      - 3.3.1.1. Refrigeración
      - 3.3.1.2. Calefacción
    - 3.3.2. Oficinas planta baja
      - 3.3.2.1. Refrigeración
      - 3.3.2.2. Calefacción
    - 3.3.3. Oficinas planta primera
      - 3.3.3.1. Refrigeración
      - 3.3.3.2. Calefacción
4. Sistema de instalación elegido
  - 4.1. Selección de la enfriadora

- 4.2. Selección de la caldera
- 4.3. Selección de las bombas de calor
- 4.4. Calculo electro-bombas
- 4.5. Red distribución de agua
  - 4.5.1. Introducción teórica
  - 4.5.2. Cálculos
    - 4.5.2.1. Zona oficinas
    - 4.5.2.2. Zona nave
- 4.6. Selección de fan-coils
- 4.7. Selección del climatizador
- 4.8. Red de conductos
  - 4.8.1. Introducción teórica
  - 4.8.2. Cálculos
- 4.9. Sistema de difusión
- 4.10. Volumen vasos expansión

## 1. BASES DE CÁLCULO

### 1.1. Datos de partida

A la hora de determinar el calor que debemos evacuar de nuestro edificio, debemos tener en cuenta las condiciones interiores y exteriores de éste. Hay que cuidar los saltos bruscos ya que pueden ser peligrosos para las personas y equipos que operan en los edificios. En cuanto a las humedades, no debemos consumir demasiada energía para bajarla en verano y subirla en invierno, por eso en verano la humedad relativa no debe ser superior a 55%, mientras que en invierno no debe ser inferior al 30%.

### 1.2. Condiciones exteriores

Las condiciones exteriores de cálculo se fijarán según la ITE 03.3, que nos remite a las tablas climáticas de la norma UNE 100001-85 sobre condiciones para proyectos.

La elección de las condiciones exteriores se hará en base al criterio de niveles percentiles como se indica en la norma ITE 02.3. Para la elección de los niveles percentiles aplicaremos las indicaciones de la norma 100014-84.

Las condiciones exteriores dependen de la situación geográfica que estamos estudiando, altura sobre el nivel del mar, etc. En nuestro caso corresponde a la localidad de Aoiz, y son las que tenemos a continuación:

Por un lado tenemos las siguientes coordenadas aproximadas:

- Latitud de 42°47'8" Norte
- Longitud de 1°22'40" Oeste
- Altitud de 508.35 metros respecto al nivel del mar
- Vientos dominantes de 24 Km/h con procedencia Norte.

Por otro lado, para las condiciones climáticas de la zona que se adoptan para el cálculo de cargas térmicas, diferenciamos dos situaciones distintas:

Ciclo de calefacción:

Las condiciones para el cálculo de calefacción, que cubren el 90% de las horas totales de los meses de Diciembre, Enero y Febrero en la localidad de la obra son:

- Temperatura seca extrema	-3°C
----------------------------	------



- Nivel percentil adoptado	97'5%
- Grados-día en base 15°	1535
- Temperatura terreno	6°
- Temperatura locales no calefactados	15°

#### Ciclo de refrigeración:

Las condiciones para el cálculo de refrigeración, para las 15 horas solares de un día del mes de Julio, y que no han sido excedidas en más de un 90% de las horas totales de los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre, son las siguientes:

- Temperaturas seca y humedad coincidentes	35° / 15'5°
- Nivel percentil adoptado	2'5%
- Variación diurna de la temperatura en verano	12°
- Temperatura terreno	15°
- Temperatura locales no refrigerados	28°

### 1.3. Descripción del edificio

El edificio es exento (sin edificios colindantes), orientado longitudinalmente de Nordeste a Suroeste, de planta rectangular, formado por dos naves idénticas adosadas, con cubierta a 2 aguas cada una de ellas, y un módulo de oficinas en L en la esquina Este del conjunto, con cubierta a un agua hacia la medianera con la nave.

A lo largo de la fachada Noroeste del edificio se adosan a la nave distintos locales de carácter técnico, tales como sala de calderas, sala de compresores, etc.

La nave tiene unas dimensiones de 140 m de largo por 80 m de ancho, con una altura de 13'50 m en la cumbrera.

La superficie total de oficinas es de 1.021'94 m<sup>2</sup> por planta, siendo la altura de estas de 2'70 entre el suelo y el falso techo previsto.

## 1.4. Régimen de utilización

En base a lo anteriormente expuesto, se puede estimar que el funcionamiento de las oficinas será de 4.352 horas anuales; de ellas, puede considerarse que durante 1.848 h el sistema de climatización funcionará en régimen de calefacción, mientras que en régimen de refrigeración lo hará durante 1.472 horas.

En el caso de la nave, donde se prevén 3 turnos de trabajo, el total de horas de funcionamiento de la instalación estimado es de 2.688 en ciclo de calefacción y de 2.128 horas en ciclo de refrigeración.

Las horas restantes se consideran como épocas intermedias en las que no es necesario el funcionamiento del sistema de climatización para mantener las condiciones de confort deseadas.

## 2. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA “U” DE LOS CERRAMIENTOS

### 2.1. Características de los cerramientos

Definiremos cerramientos como los objetos físicos y materiales que utilizaremos para evitar el flujo de energía desde un foco caliente a un foco frío, debido a una diferencia de temperaturas.

Para el cálculo de los Coeficientes de Transmisión Térmica de los cerramientos, U, utilizaremos la actual DB-HE 1.

### 2.2. Calidad de los cerramientos

El coeficiente de transmisión térmica “U” nos cuantifica el comportamiento térmico del edificio y su ajuste de aislamiento térmico que vamos a utilizar.

La expresión a utilizar para el cálculo de los coeficientes de transmisión tanto para un cerramiento de caras plano paralelas, formado por un material homogéneo, como para un cerramiento formado por una serie de láminas plano paralelas de materiales diferentes es:

$$U = 1 / RT$$

Donde RT es la resistencia térmica total del componente constructivo; se mide en m<sup>2</sup>°C/W.

Si analizamos la resistencia térmica total RT de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas, su cálculo debe hacerse mediante la expresión:

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Donde:

$R_{si}$ : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio ( $m^2\text{°C/W}$ ).

$R_{se}$ : Resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio ( $m^2\text{°C/W}$ ).

$R_1, R_2, \dots, R_n$ : Resistencias térmicas de cada capa que viene definida por la expresión:

$$R = e/X$$

Siendo:

$e$ : espesor de la capa (m)

$X$ : conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE EN ISO 10456:2001 o tomada de Documentos Reconocidos. Se mide en  $W/m\text{°C}$ .

El coeficiente de transmitancia o coeficiente de transmisión termina es:

$$U = 1/R \text{ en } W/m^2\text{°C}$$

Veamos ya los coeficientes de transmitancia térmica obtenidos para las distintas zonas del edificio:

### 2.2.1. Pared exterior de la nave

CIERRE	ESPESOR (mm)	CONDUCTIVIDAD (W/m.°C)	R (m <sup>2</sup> .°C/W)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)
<b>PARED EXTERIOR NAVE</b>				
Panel sándwich tipo PERFRISA.	50	0,033	1,515	
Bloque de hormigón aligerado.	200	0,450	0,444	
Raseado mortero cemento.	15	0,800	0,019	
Enlucido de yeso	15	0,570	0,026	
Resistencia térmica superficial			0,170	
<b>TOTAL</b>			<b>2,175</b>	<b>0,460</b>

## 2.2.2. Pared exterior de las oficinas

<b>CIERRE</b>	<b>ESPESOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> .°C/W)	<b>U</b> (W/m <sup>2</sup> .°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

<b>PARED EXTERIOR OFICINAS</b>				
Panel sándwich tipo PERFRISA.	50	0,033	1,515	
Placa de cartón - yeso (Pladur).	15	0,180	0,083	
Aislamiento lana roca Tipo IV.	70	0,042	1,667	
Placa de cartón - yeso (Pladur).	15	0,180	0,083	
Resistencia térmica superficial			0,170	
<b>TOTAL</b>			<b>3,518</b>	<b>0,284</b>

## 2.2.3. Pared medianera con la nave

<b>CIERRE</b>	<b>ESPESOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> .°C/W)	<b>U</b> (W/m <sup>2</sup> .°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

<b>PARED MEDIANERA CON NAVE</b>				
Hormigón armado.	250	1,200	0,208	
Aislamiento lana roca Tipo IV.	46	0,042	1,095	
Placa de cartón - yeso (Pladur).	15	0,180	0,083	
Resistencia térmica superficial			0,220	
<b>TOTAL</b>			<b>1,607</b>	<b>0,622</b>

## 2.2.4. Tabiques interiores

<b>CIERRE</b>	<b>ESPESOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m <sup>2</sup> .°C/W)	<b>U</b> (W/m <sup>2</sup> .°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

<b>TABIQUE INTERIORES</b>				
Doble placa de cartón - yeso (Pladur).	30	0,180	0,167	
Aislamiento fibra de vidrio Tipo I.	70	0,042	1,667	
Doble placa de cartón - yeso (Pladur).	30	0,180	0,167	
Resistencia térmica superficial			0,220	
<b>TOTAL</b>			<b>2,220</b>	<b>0,450</b>

## 2.2.5. Cubierta nave

<b>CIERRE</b>	<b>ESPESOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m2.°C/W)	<b>U</b> (W/m2.°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------

<b>CUBIERTA NAVE</b>				
Panel sandwich tipo PERFRISA.	50	0,033	1,515	
Resistencia térmica superficial			0,140	
		<b>TOTAL</b>	1,655	<b>0,604</b>

## 2.2.6. Cubierta oficinas

<b>CIERRE</b>	<b>ESPESOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m2.°C/W)	<b>U</b> (W/m2.°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------

<b>CUBIERTA OFICINAS</b>				
Falso techo aglomerado corcho.	30	0,055	0,545	
Cámara de aire no ventilada de 200 mm.			0,160	
Forjado alveolar hormigón H=25 cm, s/CEC, 3.18.3.			0,220	
Mortero compresión y agarre.	50	1,400	0,036	
Hormigón de pendiente.	40	1,200	0,033	
Aislamiento poliestireno expandido EPS.	80	0,039	2,051	
Mortero compresión y agarre.	40	1,400	0,029	
Cámara de aire no ventilada de 100 mm.			0,160	
Plaqueta cerámica.	30	1,050	0,029	
Resistencia térmica superficial			0,140	
		<b>TOTAL</b>	3,403	<b>0,294</b>

## 2.2.7. Forjados intermedios

<b>CIERRE</b>	<b>ESPEJOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m2.°C/W)	<b>U</b> (W/m2.°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------

<b>FORJADOS INTERMEDIOS</b>				
Loseta cerámica.	30	1,050	0,029	
Mortero compresión y agarre.	50	1,400	0,036	
Forjado alveolar hormigón H=25 cm, s/CEC, 3.18.3.			0,220	
Cámara de aire no ventilada de 200 mm.			0,160	
Falso techo aglomerado corcho.	30	0,055	0,545	
Resistencia térmica superficial			0,170	
<b>TOTAL</b>			<b>1,160</b>	<b>0,862</b>

## 2.2.8. Solera

<b>CIERRE</b>	<b>ESPEJOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m2.°C/W)	<b>U</b> (W/m2.°C)
---------------	------------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------

<b>SOLERA</b>				
Todo-uno compactado.	150	2,100	0,071	
Losa de hormigón armado.	200	1,630	0,123	
Poliestireno expandido A.D. (Tipo V)	60	0,033	1,818	
Mortero compresión y agarre.	30	1,400	0,021	
Loseta cerámica.	30	1,050	0,029	
Resistencia térmica superficial			0,340	
<b>TOTAL</b>			<b>2,402</b>	<b>0,416</b>

## 2.2.9. Acristalamientos

<b>CIERRE</b>	<b>ESPEJOR</b> (mm)	<b>CONDUCTIVIDAD</b> (W/m.°C)	<b>R</b> (m2.°C/W)	<b>U</b> (W/m2.°C)	<b>F</b>
---------------	------------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------	----------

<b>ACRISTALAMIENTOS</b>					
Acristalamiento exterior de 6 mm, cámara de aire 12 mm y vidrio ilaminar de 5 mm, en carpintería de aluminio con rotura de				<b>2,800</b>	<b>0,510</b>

puente térmico, según datos del fabricante.					
--	--	--	--	--	--

## 2.2.10. Puertas

<b>CIERRE</b>	<b>U</b>
	(W/m <sup>2</sup> .°C)

<b>PUERTAS</b>	
Exteriores: Acristalada, sin carpintería.	<b>5,800</b>
Interiores: Madera opaca. s/NBE-CT-79, 2.8.4, tabla 2.13.	<b>2,000</b>

## 2.3. Cálculo de los parámetros característicos medios

Zona climática: D1

Baja carga interna: SI

Alta carga interna: NO

Con los coeficientes de transmisión térmica recién obtenidos calculamos los parámetros característicos medios como se observa en la siguiente tabla.

MUROS (U <sub>m</sub> ) y (U <sub>Tm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	A.U (W/°C)	Resultados
Z	Pared Exterior	126,66	0,460	58,24	ΣA = 126,66
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 58,24
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Mm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,46
E	M1	0,00	0,460	0,00	ΣA = 0,00
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 0,00
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Mm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,00
O	M1	0,00	0,460	0,00	ΣA = 0,00
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 0,00
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Mm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,00
S	M1	0,00	0,460	0,00	ΣA = 0,00
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 0,00
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Mm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,00
SE	Pared Exterior	33,11	0,460	15,23	ΣA = 33,11
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 15,23
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Mm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,46
SO	M1	0,00	0,460	0,00	ΣA = 0,00
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 0,00
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Mm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,00
C/TER	M1	0,00	0,000	0,00	ΣA = 0,00
	M2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 0,00
	M3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Tm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,00

SUELOS (U <sub>Sm</sub> )					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	A.U (W/°C)	Resultados
Solera		132,01	0,416	54,95	ΣA = 920,23
Forjados intermedios		788,22	0,862	679,65	ΣA.U = 734,60
S3		0,00	0,000	0,00	U <sub>Sm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,80



CUBIERTAS Y LUCERNARIOS (U <sub>Sm</sub> , F <sub>Lm</sub> )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	A.U (W/°C)	Resultados
C1	0,00	0,604	0,00	ΣA = 0,00
C2	0,00	0,000	0,00	ΣA.U = 0,00
C3	0,00	0,000	0,00	U <sub>Cm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0,00

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	F	A.F (m <sup>2</sup> )	Resultados
L1	0,00	0,000	0,00	ΣA = 0,00
L2	0,00	0,000	0,00	ΣA.F = 0,00
L3	0,00	0,000	0,00	F <sub>Hm</sub> = ΣA.F/ΣA = 0,00

HUECOS (U <sub>Hm</sub> ) y (F <sub>Hm</sub> )				
Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	A.U (W/°C)	Resultados
VENTANAS	156,38	2,800	437,86	ΣA = 171,50
PUERTAS INTERIORES	11,76	2,000	23,52	ΣA.U = 480,87
PUERTAS EXTERIORES	3,36	5,800	19,49	U <sub>Hm</sub> = ΣA.U/ΣA = 2,80

Tipos	A (m <sup>2</sup> )	U	F	A.U	A.F(m <sup>2</sup> )	Resultados
E	VENTANAS	0,00	2,800	0,00	0,00	ΣA = 0,00
	PUERTAS EXTERIORES	0,00	5,800	0,00	0,00	ΣA.U = 0,00
	H3	0,00	0,000	0,00	0,00	ΣA.F = 0,00
	H4	0,00	0,000	0,00	0,00	U <sub>Hm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0
	H5	0,00	0,000	0,00	0,00	F <sub>Hm</sub> = ΣA.F/ΣA = 0
O	VENTANAS	0,00	2,800	0,00	0,00	ΣA = 0,00
	PUERTAS EXTERIORES	0,00	5,800	0,00	0,00	ΣA.U = 0,00
	H3	0,00	0,000	0,00	0,00	ΣA.F = 0,00
	H4	0,00	0,000	0,00	0,00	U <sub>Hm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0
	H5	0,00	0,000	0,00	0,00	F <sub>Hm</sub> = ΣA.F/ΣA = 0
S	VENTANAS	0,00	2,800	0,00	0,00	ΣA = 0,00
	PUERTAS EXTERIORES	0,00	5,800	0,00	0,00	ΣA.U = 0,00
	H3	0,00	0,000	0,00	0,00	ΣA.F = 0,00
	H4	0,00	0,000	0,00	0,00	U <sub>Hm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0
	H5	0,00	0,000	0,00	0,00	F <sub>Hm</sub> = ΣA.F/ΣA = 0
SE	VENTANAS	61,36	2,800	0,51	171,81	ΣA = 61,36
	PUERTAS EXTERIORES	0,00	5,800	0,00	0,00	ΣA.U = 171,81
	H3	0,00	0,000	0,00	0,00	ΣA.F = 31,29
	H4	0,00	0,000	0,00	0,00	U <sub>Hm</sub> = ΣA.U/ΣA = 2,8
	H5	0,00	0,000	0,00	0,00	F <sub>Hm</sub> = ΣA.F/ΣA = 0,51
SO	VENTANAS	0,00	2,800	0,00	0,00	ΣA = 0,00
	PUERTAS EXTERIORES	0,00	5,800	0,00	0,00	ΣA.U = 0,00
	H3	0,00	0,000	0,00	0,00	ΣA.F = 0,00
	H4	0,00	0,000	0,00	0,00	U <sub>Hm</sub> = ΣA.U/ΣA = 0
	H5	0,00	0,000	0,00	0,00	F <sub>Hm</sub> = ΣA.F/ΣA = 0

## 2.4. Conformidad demanda energética

Zona climática: D1

Baja carga interna: SI

Alta carga interna: NO

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica		U <sub>máx</sub> (proy)(1)		U <sub>máx</sub> (2)
Muros de fachada		0,460	}	≤ 0,86
1er metro perímetro suelos apoyados y muros en contacto con terreno				
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables		0,450		
Suelos		0,416	≤	0,64
Cubiertas			≤	
Vidrios de huecos y lucernarios		2,800	}	≤ 3,50
Marcos de huecos y lucernarios				
Medianerías		0,622	≤	1,00
Particiones interiores (edificios de viviendas)(3)		0,450	≤	1,2

MUROS DE FACHADA			HUECOS Y LUCERNARIOS				
	U <sub>m</sub> (4)	U <sub>lim</sub> (5)	U <sub>hm</sub> (4)	U <sub>lim</sub> (5)	F <sub>hm</sub> (4)	F <sub>lim</sub> (5)	
N	0,46	} ≤ 0,66	2,80	≤ 3,00			
E	0,00		0,00	} ≤ 0,00	0,00	} ≤ 0,00	
O	0,00		0,00		0,00		
S	0,00		0,00	≤ 0,00	0,00	≤ 0,00	
SE	0,46		2,80	} ≤ 3,00	0,51	} ≤ 0,00	
SO	0,00		0,00		0,00		

CERR. CONT. TERRENO			SUELOS		
U <sub>Tm</sub> (4)	U <sub>lim</sub> (5)		U <sub>Sm</sub> (4)	U <sub>lim</sub> (5)	
0,00	≤ 0,00		0,42	≤ 0,49	

CUBIERTAS			LUCERNARIOS		
U <sub>Cm</sub> (4)	U <sub>lim</sub> (5)		F <sub>Lm</sub> (4)	F <sub>lim</sub> (5)	
0,00	≤ 0,00		0,00	≤ 0,00	

(1) U<sub>max</sub> (proy) corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicadas en el proyecto.

(2) U<sub>max</sub> corresponde a la transmitancia térmica máxima para cada tipo de cerramiento o partición interior. Están definidas en la tabla 2.1 del documento básico DB HE: Ahorro de Energía, del código técnico de edificación.

(3) En edificios de viviendas, U<sub>max</sub> (proy) de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas

comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en las tablas anteriores: cálculo de los parámetros característicos medios.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2. del documento básico DB HE: Ahorro de Energía, del código técnico de edificación.

### 3. CALCULO DE CARGAS TERMICAS

A continuación se presentan las hojas de cálculo de las cargas globales correspondientes a verano e invierno (refrigeración y calefacción), para cada uno de los locales a tratar.

Corresponden al formato integrado en programa informático de reconocida solvencia, desarrollado por importante firma fabricante de equipos de climatización.

Se ve primero como se realizan los cálculos y más adelante se presentan las hojas con los resultados.

#### 3.1 Carga térmica de refrigeración:

Se analizan los distintos tipos de ganancias:

- Ganancia solar del cristal:

La radiación solar ha de tenerse en cuenta cuando se tengan superficies acristaladas en la zona de estudio, ya que la incidencia de los rayos de sol sobre los cristales incrementa la temperatura del local a climatizar.

La expresión utilizada para el cálculo de las aportaciones solares es la siguiente:

$$Q_{rad} = q \cdot S \cdot f$$

Siendo:

**q:** Aportación solar a través del vidrio por unidad de superficie obtenida a partir de la TABLA 15 del Manual de Carrier, en Kcal/ (h • m<sup>2</sup> de abertura). Fg es frigorías, que es lo mismo que el negativo de la Kcal. Se puede usar una u otra indistintamente.

**S:** Superficie acristalada, en m<sup>2</sup>.

**f:** Factor de corrección. Se sugieren las correcciones en la TABLA 15 del Manual de Carrier. Estas dependen del tipo de cristal, del tipo de marco, de la altitud y la temperatura de punto de rocío.

- Ganancia solar de las paredes:

Se debe a la diferencia de temperaturas entre dos espacios separados por un medio físico. Se produce a través de:

- Muros, separan espacios de condiciones exteriores.
- Ventanas.
- Tabiques, separan un espacio de cualquier otra zona no climatizada.
- Cubierta.

La expresión utilizada para el cálculo de este aporte calórico responde a la siguiente fórmula:

$$Q = K \cdot S \cdot A T_{eq}$$

Donde:

K: coeficiente de transmisión térmica del muro, ventana o tabique, en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ .

S: superficie del muro a través de la cual se efectúa el intercambio de calor, en  $m^2$ .

$A T_{eq}$ : Temperatura equivalente cuya fórmula es obtenida del Manual de Carrier, en  $^\circ C$ .

$$\Delta T_{eq} = a + \Delta T_{es} + b \cdot \frac{R_s}{R_m} \cdot (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

Donde:

- a: es una corrección proporcionada por la TABLA 20A Manual de Carrier.
- $A T_{es}$ : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra (Tabla 19 Carrier).
- b: Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared (Oscuro  $b=1$ , Medio  $b=0.78$ , Claro  $b=0.55$ )
- $R_s$ : Máxima insolación ( $Kcal/h \cdot m^2$ ), correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (Tabla 15 Carrier).
- $R_m$ : Máxima insolación ( $Kcal/h \cdot m^2$ ), correspondiente al mes de julio y a  $40^\circ$  de latitud Norte a través de una superficie vertical u horizontal acristalada para la orientación considerada (Tabla 15 Carrier).

-ATem: Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (Tabla 19).

En nuestra tabla de cálculos, todo este cálculo se omite. El valor que se toma sale directamente del manual de Carrier.

- Ganancia por transmisión:

El aporte calórico en cerramientos sin masa térmica responde a la siguiente fórmula:

$$Q = K \cdot S \cdot AT$$

Donde:

- K: coeficiente de transmisión del cerramiento, en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$ .
- S: superficie de cristal a través del cual se efectúa el intercambio de calor, en  $m^2$ .
- AT: Diferencia de temperaturas entre T<sub>exterior</sub> y T<sub>interior</sub>. Siendo T<sub>exterior</sub> la temperatura exterior corregida para el mes y hora de estudio, en  $^\circ C$  y T<sub>interior</sub> la temperatura de confort en verano-

- Cargas internas:

Es el aporte calórico debido a las personas, potencia y alumbrado.

Carga debida a persona: Cada persona disipa un calor que va a depender de la temperatura ambiente y del grado de actividad de la misma, por tanto son las cargas aportadas por los ocupantes del local, para seguir un criterio de ocupación de los locales se toma el número máximo de personas que dictamina la NBE-CPI/96. El número de ocupantes se multiplica por el valor de carga sensible por persona que viene determinado por el tipo de acción que se realiza dentro del local.

Esta carga se calcula de la siguiente forma:

$$Q = K \cdot x \cdot NP \text{ (Kcal/día)}$$

Donde:

- K= Calor sensible aproximado por persona. (Kcal/h\*NP).

Para el cálculo se utilizan los valores proporcionados por el Manual de Carrier referentes al metabolismo de un hombre adulto, TABLA 48

- NP= Número máximo de personas que ocupan el local.

Carga debida al alumbrado: El consumo eléctrico debido a la iluminación es directamente calor.

Son las aportaciones debidas al servicio habitual del local debido al alumbrado en el interior del mismo. Como no se conoce exactamente el valor de la potencia de alumbrado, es un valor estimativo. Esta carga se calcula de la siguiente forma:

$$Q=SxKx0.86 \text{ (Kcal/día)}$$

Donde:

- S= Superficie del suelo (m2).
- K= Calor aproximado por Watio de potencia y m2 al día (12 W/ m2).
- 0.86= Factor de conversión de Watios a Kcal.

Todo lo expuesto anteriormente es una aportación al calor sensible total. Dentro de este hemos distinguido el externo y el interno.

Como ya se ha dicho el externo se divide en dos conceptos, el calor de transmisión a través de cerramientos y el calor de radiación solar debida a la orientación de los muros, mientras que el interno está compuesto por las personas, potencia y alumbrado.

- Calor latente: aportación debida a la humedad absoluta del ambiente debido a los valores desprendidos por el cuerpo humano a temperatura constante.

Esta carga, debida a ocupantes, se calcula de la siguiente forma:

$$Q=KxNP \text{ (Kcal/día)}$$

Donde:

- K= Calor sensible aproximado por persona. (Kcal/h\*NP).

Para el cálculo se utilizan los valores proporcionados por el Manual de Carrier referentes al metabolismo de un hombre adulto, TABLA 48

- NP= Número máximo de personas que ocupan el local.

- Aire exterior: analizamos por el último la aportación del aire exterior al calor sensible y al latente:

Pérdidas por entrada de aire exterior: Son las aportaciones de calor debidas a las infiltraciones de aire exterior que tienen lugar cada vez que se abre la puerta del local. Estas cargas térmicas por aire exterior responden a la carga térmica que supone el calentamiento de este aire exterior hasta la temperatura ambiente del local.

La aportación al calor sensible se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.29xCx (0.55*(TEXT -TINT)) \text{ (kcal/dia)}$$

Donde:

C= Caudal de aire exterior (m3/h).

TEXT = Temperatura del aire ambiente exterior (°C).

TINT= Temperatura del aire ambiente interior (°C).

El valor del caudal de aire C se calcula multiplicando las personas que ocupan el local por el caudal de aire que exige el RITE para cada persona o multiplicando los metros cuadrados que tiene el local por el caudal de aire por metro cuadrado que exige el mismo reglamento, tomando como valor de caudal de aire exterior el mayor de los dos.

0,29 es el calor específico del aire en base al volumen (kcal/m3 °C)

La aportación al calor latente se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.71xCx (XEXT - XINT) \text{ (kcal/dia)}$$

Donde:

C= Caudal de aire exterior (m3/h).

XEXT = Peso de Vapor de Agua por Kg exterior (gr/Kg).

XINT= Peso de Vapor de Agua por Kg interior (gr/Kg).

Los valores de xEXT y de xINT, se obtienen de la lectura del diagrama psicométrico, utilizando las ecuaciones de ASHRAE.

El valor del caudal de aire exterior C es el mismo que el obtenido para el cálculo de la carga sensible de renovación de aire.

0,72 es el producto de la densidad estándar del aire (1,2 kg/m<sup>3</sup>) por el calor latente de vaporización del agua (0,6 kcal/g).

### 3.2 Carga térmica de calefacción:

Calefacción: se calculan las cargas térmicas de calefacción.

El método para el cálculo de las necesidades de calefacción utilizado contempla la existencia de dos cargas térmicas, la carga térmica por transmisión de calor a través de los cerramientos hacia los locales no climatizados o el exterior, y la carga térmica por enfriamiento de los locales por la ventilación e infiltración de aire exterior en los mismos.

#### - Carga térmica por transmisión

La carga térmica por transmisión se determina como sigue:

$$Q = C_o \times C_i \times K \times S \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

Donde:

Q es la carga térmica por transmisión (kcal/h)

C<sub>o</sub> es el coeficiente de orientación del muro

C<sub>i</sub> es el coeficiente de intermitencia de la instalación

K es el coeficiente global de transmisión de calor del muro (kcal/h m<sup>2</sup>°C)

S es la superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas en m<sup>2</sup>

T<sub>interior</sub> la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)

T<sub>exterior</sub> es la temperatura del exterior o local no calefactado (°C)

El coeficiente de orientación es un factor adimensional empleado para tener en cuenta la ausencia de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros, en función de su orientación. En los muros de separación con otros locales (tabiques) o en los cerramientos no verticales, como suelo techo o claraboya, no se tiene en cuenta.

Habitualmente se emplean los siguientes valores para los coeficientes de orientación:

- Norte: 1,15

- Sur: 1,00



- Este: 1,10
- Oeste: 1,05

El coeficiente de intermitencia es un coeficiente de seguridad, debe su nombre a que en las antiguas instalaciones colectivas sin contabilización de consumo, el generador arrancaba únicamente en horario predefinido. Habitualmente se emplea 1,10 como coeficiente de intermitencia o seguridad aunque puede despreciarse en los cálculos.

Para estos nuestros la formula con la que se calculan las cargas térmicas queda simplificada de la siguiente forma:

$$Q = K \times S \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

- Carga térmica por ventilación o por infiltración de aire exterior

La carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior se determina como sigue:

$$Q = V \times N \times 0,3 \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

Donde:

V es el volumen del local a calefactor (m<sup>3</sup>)

N es el número de renovaciones horarias (1/h)

0,3 es el calor específico del aire en base al volumen (kcal/m<sup>3</sup> °C)

T<sub>interior</sub> la temperatura proyectada en el local calefactado (°C)

T<sub>exterior</sub> es la temperatura del aire exterior (°C)

El número de renovaciones horarias a utilizar dependerá de la ventilación con la que dotemos al local, como mínimo deberemos emplear una renovación por hora, y en caso de que contemos con ventilación según DB-HS, el valor vendrá condicionado por la superficie o el caudal de dicha ventilación. Para nuestro caso el valor de N tomado es N = 1.

### 3.3. Cálculos:

#### 3.3.1 Nave

##### 3.3.1.1. Refrigeración

Para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración tendremos en cuenta las siguientes condiciones:

LOCAL:	NAVE FASE I			
HORA SOLAR (MAXIMA GANANCIA):	14'00			
HORA SOLAR SELECCIONADA:	9			
TEMPERATURA EXTERIOR ( °C ):	33	HUMEDAD EXTERIOR ( % ):		60
TEMPERATURA INTERIOR ( °C ):	21	HUMEDAD INTERIOR ( % ):		50
DIFERENCIA Tª LOCAL NO ACOND. :	5			

- Ganancia solar del cristal:  $Q_{rad} = q \cdot S \cdot f$

CIERRE	SUPERFICIE	q - Aportación solar	f- factor de corrección	RESULTADO	
	m <sup>2</sup>	Kcal/ h • m <sup>2</sup>		Kcal/h o Fg/h	
<b>GANANCIA SOLAR - CRISTAL</b>					
NORTE	0,00	35,00	0,60	0,00	Fg/h
NORESTE	0,00	35,00	0,60	0,00	Fg/h
ESTE	0,00	35,00	0,60	0,00	Fg/h
SURESTE	0,00	11,70	0,60	0,00	Fg/h
SUR	0,00	138,00	0,60	0,00	Fg/h
SUROESTE	0,00	396,00	0,60	0,00	Fg/h
OESTE	0,00	393,00	0,60	0,00	Fg/h
NOROESTE	0,00	124,00	0,60	0,00	Fg/h
CLARABOYA	784,00	406,00	0,50	159.152,00	Fg/h

- Ganancia solar de las paredes:  $q = K \cdot S \cdot A_{Teq}$

En nuestra tabla de cálculos, todo el cálculo intermedio para obtener  $A_{Teq}$  se omite. El valor que se toma sale directamente del manual del aire acondicionado de Carrier.

CIERRE	SUPERFICIE	$A_{Teq}$ - temperatura equivalente	coeficiente de transmisión térmica	RESULTADO Por unidad de tiempo	
	m <sup>2</sup>	°C	Fg/h*m <sup>2</sup> *°C		
<b>GANANCIA SOLAR - PAREDES</b>					
NORTE	0,00	4,40	1,20	0,00	Fg/h
NORESTE	800,00	5,50	1,20	5.280,00	Fg/h
ESTE	0,00	7,20	1,20	0,00	Fg/h
SURESTE	1.400,00	11,70	1,20	19.656,00	Fg/h
SUR	0,00	13,90	1,20	0,00	Fg/h
SUROESTE	800,00	13,30	1,20	12.768,00	Fg/h
OESTE	0,00	10,60	1,20	0,00	Fg/h
NOROESTE	1.400,00	5,50	1,20	9.240,00	Fg/h
CUBIERTA	10.416,00	18,30	1,11	211.580,21	Fg/h

- Ganancia por transmisión:  $q = K \cdot S \cdot AT$

CIERRE	SUPERFICIE	DIF. T <sup>a</sup>	COEF. TRANS. TERMICA	RESULTADO	
	m <sup>2</sup>	°C	Fg/h*m <sup>2</sup> *°C		
<b>GANANCIAS POR TRANSMISION</b>					
TOT. CRISTAL	784,00	12,00	5,50	51.744,00	Fg/h
TABIQUES	0,00	5,00	1,30	0,00	Fg/h
PUERTAS	0,00	12,00	5,00	0,00	Fg/h
TECHO	0,00	0,00	1,25	0,00	Fg/h
CUBIERTA	10.416,00	0,00	1,15	0,00	Fg/h
SUELO	11.200,00	0,00	1,10	0,00	Fg/h

- Cargas internas:

Carga debida a ocupantes:

$$QS3=K5 \times NP \text{ (Kcal/día)}$$

Carga debida al alumbrado:

$$QS4=S \times K6 \times 0.86 \times h \text{ (kcal/día)}$$

Tipo de aporte	Número de personas		COEF.TRANS.TERMICA	RESULTADO
----------------	--------------------	--	--------------------	-----------

Personas	80	1,00	61,00	4.880,00 Fg/h
----------	----	------	-------	------------------

Tipo de aporte	Unidades	Conversión Kw → Kcal/h	Potencia disipada	RESULTADO
----------------	----------	------------------------	-------------------	-----------

Maquinaria	1	860,00	1.050,00	903.000,00 Fg/h
------------	---	--------	----------	--------------------

Tipo de aporte	Superficie	Factor conversión	Calor aproximado por Watio de potencia y m2	RESULTADO
----------------	------------	-------------------	---	-----------

Alumbrado	11.200	0,86	12,00	115.584,00 Fg/h
-----------	--------	------	-------	--------------------

Todo lo expuesto anteriormente es una aportación al calor sensible total.

El total del calor sensible es:

SUBTOTAL:	1.492.884,21	Fg/h
COEF. SEG. 0%:	0,00	Fg/h
CALOR SENSIBLE:	1.492.884,21	Fg/h

- Calor latente: Para el cálculo se utilizan los valores proporcionados por el Manual del aire acondicionado de Carrier referentes al metabolismo de un hombre adulto, TABLA 48.

Tipo de aporte	Número de personas		COEF.TRANS.TERMICA	RESULTADO
----------------	--------------------	--	--------------------	-----------

Personas	80	1,00	54,00	4.320 Fg/h
----------	----	------	-------	------------

El total del calor latente es:

SUBTOTAL:	4.320,00	Fg/h
COEF. SEG. 0%:	0,00	Fg/h
CALOR LATENTE:	4.320,00	Fg/h

Sumando el total de sensible y latente obtenemos:

<b>TOTAL SENSIBLE + LATENTE:</b>	<b>1.497.204,21</b>	<b>Fg/h</b>
----------------------------------	---------------------	-------------

- Aire exterior: analizamos por el último la aportación del aire exterior al calor sensible y al latente:

La aportación al calor sensible se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.29 \times C_x (0.55 \times (T_{EXT} - T_{INT})) \text{ (kcal/día)}$$

Tipo de aporte	Coeficiente	Caudal	Diferencia de temperatura	RESULTADO
Aporte del aire exterior al calor sensible	0.29	112.000	6.6	214.368,00

La aportación al calor latente se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.71 \times C_x (X_{EXT} - X_{INT}) \text{ (kcal/día)}$$

El valor del caudal de aire exterior C es el mismo que el obtenido para el cálculo de la carga sensible de renovación de aire.

Tipo de aporte	Coeficiente	Caudal	Xent - Xint	RESULTADO
Aporte del aire exterior al calor latente	0.72	112.000	4.18	337.075,20

En definitiva la totalidad de calor es:

Gran calor total:	2.048.647	Fg/h
Equivalencia en watos:	2.382.148,15	watos
RATIO	182,91	Fg/hxm2

### 3.3.1.2 Calefacción:

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción tendremos en cuenta las siguientes condiciones:

CALCULO DE CARGAS - CALEFACCION	
LOCAL: <b>NAVE FASE I</b>	
Text.= <b>-5°C</b>	Tint.= <b>20°C</b>

- Carga térmica por transmisión

La carga térmica por transmisión se determina como sigue:

$$Q = Co \times Ci \times K \times S \times (T_{interior} - T_{exterior})$$

Para nuestros cálculos la formula con la que se calculan las cargas térmicas queda simplificada de la siguiente forma:

$$Q = K \times S \times (T_{interior} - T_{exterior})$$

CIERRE	SUPERFICIE	DIFERENCIA Tª	COEF. TRANS.	RESULTADO	
PARED	14.816,00	25,00	1,20	444.480,00	Kc/h
CRISTAL (claraboya)	784,00	25,00	3,00	58.800,00	Kc/h
TABIQUE	0,00	11,00	1,40	0,00	Kc/h
TECHO	11.200,00	25,00	1,25	350.000,00	Kc/h

					h
SUELO	11.200,00	11,00	1,15	141.680,00	Kc/h

- Carga térmica por ventilación o por infiltración de aire exterior

La carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior se determina como sigue:

$$Q = V \times N \times 0,3 \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

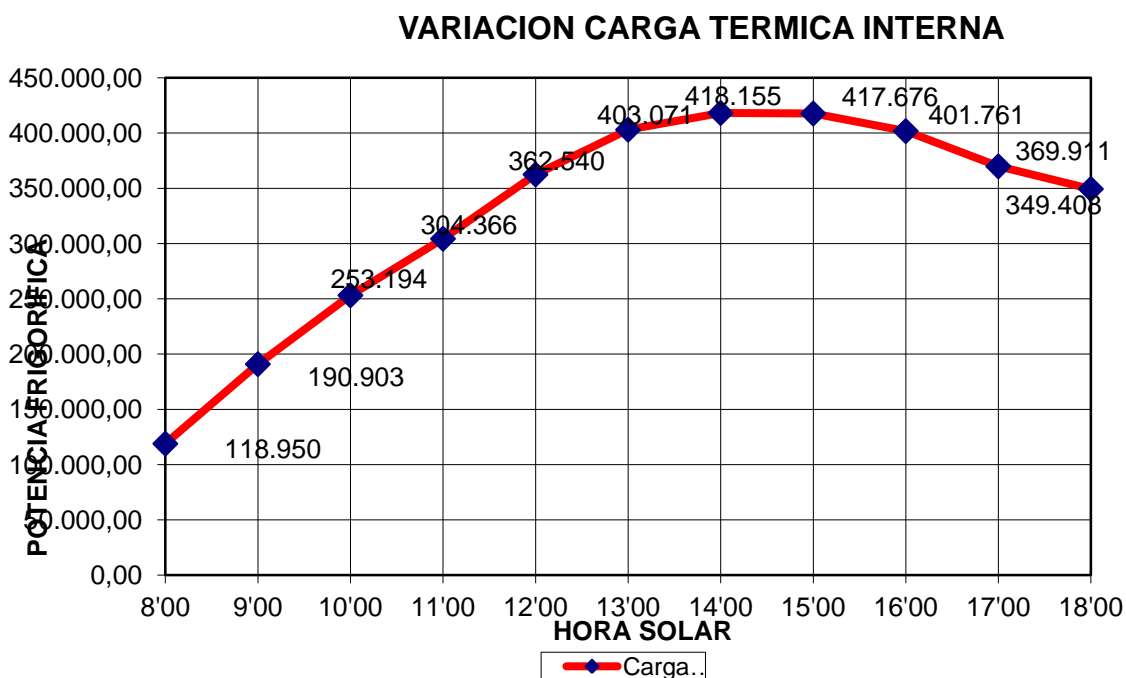
CIERRE	Volumen	DIFERENCIA Tª	Calor específico	RESULTADO
--------	---------	---------------	------------------	-----------

A. EXTERIOR	112.000,00	13,75	0,30	462.000,00	Kc/h
-------------	------------	-------	------	------------	------

En definitiva, tenemos un total de:

TOTAL:	1.456.960,00	Kc/h
COEF. SEG. 0%:	0,00	Kc/h
CALOR TOTAL:	1.456.960,00	Kc/h
POTENCIA CALORIFICA:	<b>1.456.960</b>	<b>Kc/h</b>
EQUIVALENCIA	<b>1.694.139,53</b>	<b>Wattios</b>
RATIO	130,09	Kc/hxm2

A continuación se observa un grafico con la variación de la carga térmica interna según la hora del día. Da una idea de las necesidades a lo largo del día.



### 3.3.2. Oficinas planta baja

#### 3.3.2.1 Refrigeración

Para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración tendremos en cuenta las siguientes condiciones:

LOCAL:	<b>OFICINAS PLANTA BAJA</b>			
HORA SOLAR (MAXIMA GANANCIA):	<b>8'00</b>			
HORA SOLAR SELECCIONADA:	<b>2</b>			
TEMPERATURA EXTERIOR ( °C ):	<b>33</b>	HUMEDAD EXTERIOR ( % ):		<b>60</b>
TEMPERATURA INTERIOR ( °C ):	<b>21</b>	HUMEDAD INTERIOR ( % ):		<b>50</b>
DIFERENCIA T <sup>a</sup> LOCAL NO ACOND. :	<b>5</b>			



- Ganancia solar del cristal:  $Q_{rad} = q * S * f$

CIERRE	SUPERFICIE	q Aportacion solar	f-factor corrección	de	RESULTADO
					Fg/h
<b>GANANCIA SOLAR - CRISTAL</b>					
NORTE	0,00	29,00	0,60	0,00	Fg/h
NORESTE	21,60	222,00	0,60	2.877,12	Fg/h
ESTE	0,00	439,00	0,60	0,00	Fg/h
SURESTE	35,24	0,00	0,60	0,00	Fg/h
SUR	0,00	65,00	0,60	0,00	Fg/h
SUROESTE	0,00	29,00	0,60	0,00	Fg/h
OESTE	0,00	29,00	0,60	0,00	Fg/h
NOROESTE	8,10	29,00	0,60	140,94	Fg/h
CLARABOYA	0,00	271,00	0,50	0,00	Fg/h

- Ganancia solar de las paredes:

$$q = K * S * A_{Teq}$$

En nuestra tabla de cálculos, todo el cálculo intermedio para obtener  $A_{Teq}$  se omite. El valor que se toma sale directamente del manual del aire acondicionado de Carrier.

CIERRE	SUPERFICIE (m2)	$A_{Teq}$ -temperatura equivalente (°C)	COEF. TRANS. TERMICA (Fg/h*m <sup>2</sup> *°C)	RESULTADO (Fg/h)
NORTE	0,00	0,00	1,20	0,00 Fg/h
NORESTE	89,84	0,00	1,20	0,00 Fg/h
ESTE	0,00	0,00	1,20	0,00 Fg/h
SURESTE	78,72	0,00	1,20	0,00 Fg/h
SUR	0,00	0,00	1,20	0,00 Fg/h
SUROESTE	0,00	0,00	1,20	0,00 Fg/h
OESTE	0,00	0,00	1,20	0,00 Fg/h
NOROESTE	22,42	0,00	1,20	0,00 Fg/h
CUBIERTA	0,00	1,10	1,11	0,00 Fg/h

- Ganancia por transmisión:  $q = K \cdot S \cdot \Delta T$

CIERRE	SUPERFICIE	DIF. Tª	COEF. TRANS. TERMICA	RESULTADO	
	m <sup>2</sup>	°C	Fg/h*m <sup>2</sup> *°C		
<b>GANANCIAS POR TRANSMISION</b>					
TOT.CRISTAL	64,94	12,00	5,50	4.286,04	Fg/h
TABIQUE	135,80	5,00	1,30	882,70	Fg/h
PUERTAS	6,72	12,00	5,00	403,20	Fg/h
TECHO	944,00	5,00	1,25	5900,00	Fg/h
CUBIERTA	0,00	0,00	1,15	0,00	Fg/h
SUELO	944,00	0,00	1,10	0,00	Fg/h

- Cargas internas:

Carga debida a ocupantes:

$$QS3 = K5 \times NP \text{ (Kcal/dia)}$$

Carga debida al alumbrado:

$$QS4 = S \times K6 \times 0.86 \times h \text{ (kcal/dia)}$$

Tipo de aporte	Número de personas		COEF. TRANS. TERMICA	RESULTADO	
----------------	--------------------	--	----------------------	-----------	--

Personas	94	1,00	61,00	5.734	Fg/h
----------	----	------	-------	-------	------

Tipo de aporte	Unidades	Factor conversión	Potencia disipada	RESULTADO	
----------------	----------	-------------------	-------------------	-----------	--

Ordenadores	94	0,86	300,00	24.252,00	Fg/h
-------------	----	------	--------	-----------	------

Tipo de aporte	Superficie	Factor conversión	Calor aproximado por Watio de potencia y m2	RESULTADO	
----------------	------------	-------------------	---	-----------	--

Alumbrado	944,00	0,86	25,00	20.296,0	Fg/h
-----------	--------	------	-------	----------	------

Todo lo expuesto anteriormente es una aportación al calor sensible total.

El total del calor sensible es:

SUBTOTAL:	64.772,00	Fg/h
COEF. SEG. 5%:	3238,60	Fg/h
CALOR SENSIBLE:	68.010,60	Fg/h

- Calor latente: Para el cálculo se utilizan los valores proporcionados por el Manual del aire acondicionado de Carrier referentes al metabolismo de un hombre adulto, TABLA 48.

Tipo de aporte	Número de personas		COEF. TERMICA	TRANS.	RESULTADO
PERSONAS	94	1,00	54,00		5.076,00 Fg/h

El total del calor latente es:

SUBTOTAL:	5.0760,00	Fg/h
COEF. SEG. 5%:	253,80	Fg/h
CALOR LATENTE:	5.329,00	Fg/h

Sumando el total de sensible y latente obtenemos:

<b>TOTAL SENSIBLE + LATENTE:</b>	<b>73.340,40</b>	<b>Fg/h</b>
----------------------------------	------------------	-------------

- Aire exterior: analizamos por el último la aportación del aire exterior al calor sensible y al latente:

La aportación al calor sensible se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.29 \times C_x(0.55 \times (T_{EXT} - T_{INT})) \text{ (kcal/día)}$$

Tipo de aporte	Coeficiente	Caudal	Diferencia de temperatura	RESULTADO
Aporte del aire exterior al calor sensible	0.29	4.230,00	12	14.720,40

La aportación al calor latente se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.71 \times Cx (XEXT - XINT) \text{ (kcal/día)}$$

El valor del caudal de aire exterior C es el mismo que el obtenido para el cálculo de la carga sensible de renovación de aire.

Tipo de aporte	Coeficiente	Caudal	Xent - Xint	RESULTADO
Aporte del aire exterior al calor latente	0.72	4.230,00	7,6	23.146,56

En definitiva la totalidad de calor es:

Gran calor total:	111.207	Fg/h
Equivalencia en watos:	129.310,88	watos
RATIO	117,80	Fg/hxm2

### 3.3.2.2. Calefacción:

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción tendremos en cuenta las siguientes condiciones:

CALCULO DE CARGAS - CALEFACCION	
LOCAL:	<b>OFICINAS PLANTA BAJA</b>
Text.= -5°C	Tint.= 22°C

- Carga térmica por transmisión

La carga térmica por transmisión se determina como sigue:

$$Q= Co \times Ci \times K \times S \times (T_{interior} - T_{exterior})$$

Para nuestros cálculos la formula con la que se calculan las cargas térmicas queda simplificada de la siguiente forma:

$$Q = K \times S \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

CIERRE	SUPERFICIE	DIFERENCIA Tª	COEF. TRANS.	RESULTADO	
PARED	190,98	27,00	1,20	6.187,75	Kc/h
CRISTAL (claraboya)	64,94	27,00	3,00	5.260,14	Kc/h
TABIQUE	135,80	11,00	1,40	2091,32	Kc/h
TECHO	944,00	27,00	1,25	31.860,00	Kc/h
SUELO	944,00	11,00	1,15	11.941,60	Kc/h

- Carga térmica por ventilación o por infiltración de aire exterior

La carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior se determina como sigue:

$$Q = V \times N \times 0,3 \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

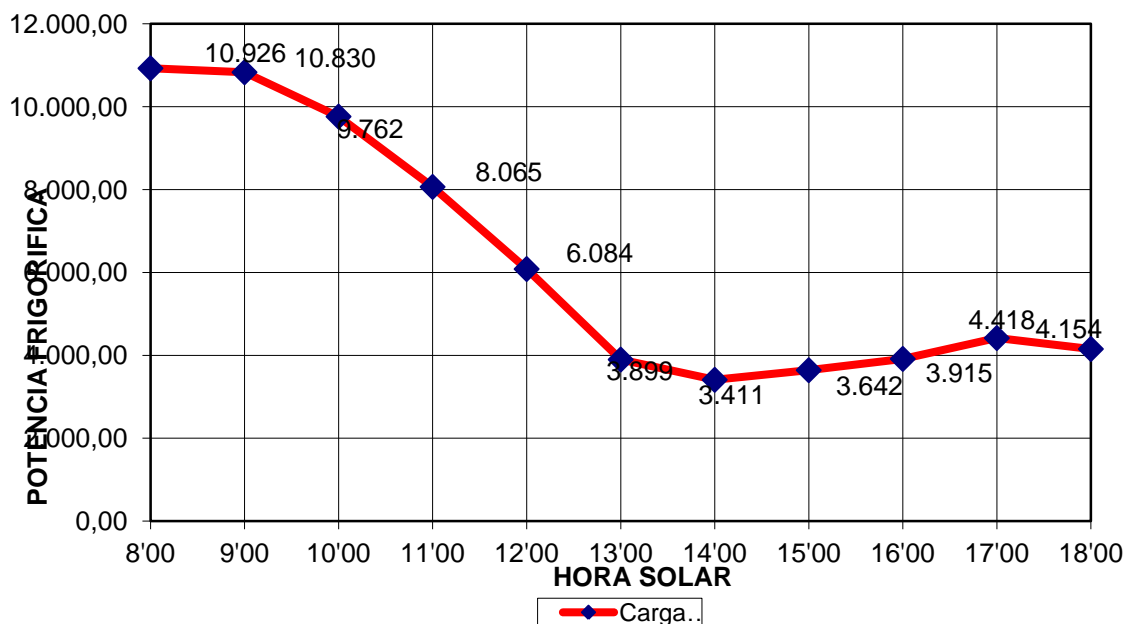
CIERRE	Volumen	DIFERENCIA Tª	Calor específico	RESULTADO	
A. EXTERIOR	4.230,00	27	0,30	34.263,00	Kc/h

En definitiva, tenemos un total de:

TOTAL:	91.603,81	Kc/h
COEF. SEG. 10%:	9.160,38	Kc/h
CALOR TOTAL:	100.764,19	Kc/h
POTENCIA CALORIFICA:	<b>100.764,19</b>	<b>Kc/h</b>
EQUIVALENCIA	<b>117.167,67</b>	<b>Wattios</b>
RATIO	106,74	Kc/hxm2

A continuación se observa un gráfico con la variación de la carga térmica interna según la hora del día. Da una idea de las necesidades a lo largo del día.

### VARIACION CARGA TERMICA INTERNA



### 3.3.3. Oficinas planta primera

#### 3.3.3.1. Refrigeración

Para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración tendremos en cuenta las siguientes condiciones:

LOCAL:	OFICINAS PLANTA PRIMERA		
HORA SOLAR (MAXIMA GANANCIA):	16'00		
HORA SOLAR SELECCIONADA:	10		
TEMPERATURA EXTERIOR ( °C ):	33	HUMEDAD EXTERIOR ( % ):	60
TEMPERATURA INTERIOR ( °C ):	21	HUMEDAD INTERIOR ( % ):	50
DIFERENCIA T <sup>a</sup> LOCAL NO ACOND. :	5		

- Ganancia solar del cristal:

$$Q_{rad} = q * S * f$$

CIERRE	SUPERFICIE	q Aportacion solar	f-factor corrección	de	RESULTADO
					Kcal/h o Fg/h
<b>GANANCIA SOLAR - CRISTAL</b>					
NORTE	0,00	29,00	0,60		0,00 Fg/h
NORESTE	42,41	29,00	0,60		737,93 Fg/h
ESTE	0,00	29,00	0,60		0,00 Fg/h
SURESTE	60,23	10,00	0,60		361,38 Fg/h
SUR	0,00	65,00	0,60		0,00 Fg/h
SUROESTE	0,00	374,00	0,60		0,00 Fg/h
OESTE	0,00	439,00	0,60		0,00 Fg/h
NOROESTE	14,85	222,00	0,60		1.978,02 Fg/h
CLARABOYA	45,56	271,00	0,50		6.173,38 Fg/h

- Ganancia solar de las paredes:

$$q = K * S * A_{Teq}$$

En nuestra tabla de cálculos, todo el cálculo intermedio para obtener  $A_{Teq}$  se omite. El valor que se toma sale directamente del manual de Carrier.

CIERRE	SUPERFICIE (m2)	$A_{Teq}$ -temperatura equivalente (°C)	COEF. TRANS. TERMICA (Fg/h*m <sup>2</sup> *°C)	RESULTADO (Fg/h)
NORTE	0,00	5,5	1,20	0,00 Fg/h
NORESTE	69,03	6,70	1,20	550,00 Fg/h
ESTE	0,00	6,70	1,20	0,00 Fg/h
SURESTE	62,13	10,00	1,20	745,56 Fg/h
SUR	0,00	14,40	1,20	0,00 Fg/h
SUROESTE	0,00	17,80	1,20	0,00 Fg/h
OESTE	0,00	14,40	1,20	0,00 Fg/h
NOROESTE	18,47	6,70	1,20	148,50 Fg/h
CUBIERTA	971,36	21,10	1,11	22.750,22 Fg/h

- Ganancia por transmisión:

$$q = K \cdot S \cdot \Delta T$$

CIERRE	SUPERFICIE	DIF. Tª	COEF. TRANS. TERMICA	RESULTADO	
	m <sup>2</sup>	°C	Fg/h*m <sup>2</sup> *°C		
<b>GANANCIAS POR TRANSMISION</b>					
TOT.CRISTAL	163,05	12,00	5,50	10.761,30	Fg/h
TABIQUES	142,52	5,00	1,30	926,38	Fg/h
PUERTAS	0,00	12,00	5,00	0,00	Fg/h
TECHO	971,36	0,00	1,25	0,00	Fg/h
CUBIERTA	971,36	0,00	1,15	0,00	Fg/h
SUELO	971,36	5,00	1,10	5.342,48	Fg/h

- Cargas internas:

Carga debida a ocupantes:  $QS3 = K5 \times NP$  (Kcal/dia)

Carga debida al alumbrado:  $QS4 = S \times K6 \times 0.86 \times h$  (kcal/dia)

Tipo de aporte	Número de personas		COEF.TRANS. TERMICA	RESULTADO	
				O	
Personas	97	1,00	61,00	5.917	Fg/h

Tipo de aporte	Unidades	Conversión Kw → Kcal/h	Potencia disipada	RESULTADO	
Ordenadores	97	0,86	300,00	25.026,00	Fg/h

Tipo de aporte	Superficie	Factor conversión	Calor aproximado por Watio de potencia y m2	RESULTADO	
Alumbrado	971,36	0,86	25,00	20.884,24	Fg/h



Todo lo expuesto anteriormente es una aportación al calor sensible total.

El total del calor sensible es:

SUBTOTAL:	102.307,40	Fg/h
COEF. SEG. 5%:	5.115,37	Fg/h
CALOR SENSIBLE:	107.422,77	Fg/h

- Calor latente: Para el cálculo se utilizan los valores proporcionados por el Manual del aire acondicionado de Carrier referentes al metabolismo de un hombre adulto, TABLA 48.

Tipo de aporte	Número de personas		COEF. TERMICA	TRANS.	RESULTADO
PERSONAS	97	1,00	54,00		5.238,00 Fg/h

El total del calor latente es:

SUBTOTAL:	5.238,00	Fg/h
COEF. SEG. 5%:	261,90	Fg/h
CALOR LATENTE:	5.499,90	Fg/h

Sumando el total de sensible y latente obtenemos:

<b>TOTAL SENSIBLE + LATENTE:</b>	<b>112.922,67</b>	<b>Fg/h</b>
----------------------------------	-------------------	-------------

- Aire exterior: analizamos por el último la aportación del aire exterior al calor sensible y al latente:

La aportación al calor sensible se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.29 \times C_x \times (0.55 \times (T_{EXT} - T_{INT})) \text{ (kcal/día)}$$

Tipo de aporte	Coeficiente	Caudal	Diferencia de temperatura	RESULTADO
Aporte del aire exterior al calor sensible	0.29	4.365,00	12	15.190,20

La aportación al calor latente se calcula de la siguiente forma:

$$Q=0.71 \times C_x (X_{EXT} - X_{INT}) \text{ (kcal/día)}$$

El valor del caudal de aire exterior C es el mismo que el obtenido para el cálculo de la carga sensible de renovación de aire.

Tipo de aporte	Coeficiente	Caudal	Xent - Xint	RESULTADO
Aporte del aire exterior al calor latente	0.72	4.365,00	7,6	23.885,28

En definitiva la totalidad de calor es:

Gran calor total:	151.998	Fg/h
Equivalencia en watos:	176.742,03	watos
RATIO	156,48	Fg/hxm2

### 3.3.3.2. Calefacción

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción tendremos en cuenta las siguientes condiciones:

<b>CALCULO DE CARGAS - CALEFACCION</b>	
<b>LOCAL: OFICINAS PLANTA PRIMERA</b>	
Text.= <b>-5°C</b>	Tint.= <b>22°C</b>

- Carga térmica por transmisión

La carga térmica por transmisión se determina como sigue:

$$Q= C_o \times C_i \times K \times S \times (T_{interior} - T_{exterior})$$

Para nuestros cálculos la formula con la que se calculan las cargas térmicas queda simplificada de la siguiente forma:

$$Q = K \times S \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

CIERRE	SUPERFICIE	DIFERENCIA Tª	COEF. TRANS.	RESULTADO	
PARED	1.120,99	27,00	1,20	36.320,08	Kc/h
CRISTAL(claraboya)	163,05	27,00	3,00	13.207,05	Kc/h
TABIQUE	142,52	11,00	1,40	2.194,81	Kc/h
TECHO	971,36	27,00	1,25	32.783,40	Kc/h
SUELO	971,36	11,00	1,15	12.287,70	Kc/h

- Carga térmica por ventilación o por infiltración de aire exterior

La carga térmica por ventilación o infiltración de aire exterior se determina como sigue:

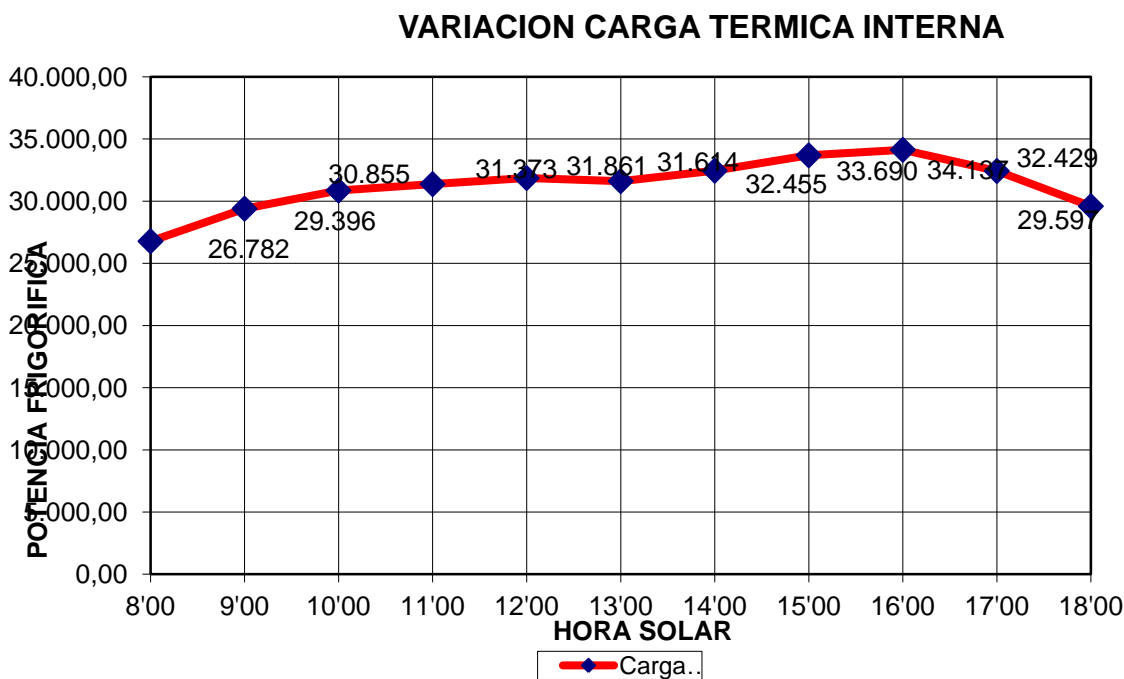
$$Q = V \times N \times 0,3 \times (T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}})$$

CIERRE	Volumen	DIFERENCIA Tª	Calor específico	RESULTADO	
A. EXTERIOR	4.365,00	27	0,30	35.356,50	Kc/h

En definitiva, tenemos un total de:

TOTAL:	132.149,54	Kc/h
COEF. SEG. 10%:	13.214,95	Kc/h
CALOR TOTAL:	145.364,49	Kc/h
POTENCIA CALORIFICA:	<b>145.364,49</b>	<b>Kc/h</b>
EQUIVALENCIA	<b>169.028,48</b>	<b>Wattios</b>
RATIO	149,65	Kc/hxm2

A continuación se observa un gráfico con la variación de la carga térmica interna según la hora del día. Da una idea de las necesidades a lo largo del día.



#### 4. SISTEMA DE INSTALACION ELEGIDO

Una vez conocidas las necesidades térmicas de cada local, vamos a continuar con el cálculo de las características de los elementos terminales, que aportarán lo necesario para vencer las cargas internas.

La potencia que suministren las unidades de producción de calor o frío que utilicen energías convencionales se ajustará a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas.

##### 4.1. Selección de la enfriadora

- Nave:

En nuestro caso, para vencer las cargas térmicas se propone la instalación de 3 plantas enfriadoras de condensación por aire, de 881'46 Kw cada una, correspondientes a la firma TRANE, modelo RTAC240SE, con un EER de 3'15 a plena potencia, con refrigerante R134a.

Se prevé el funcionamiento de las unidades para trabajar con agua glicolada a 7°C en impulsión y 12°C en retorno; los equipos dispondrán de 4 compresores de

tornillo con control de capacidad continuo.

Con este equipo se satisface la demanda necesaria:

$$881,46 \text{ Kw} * 3 \text{ unidades} = 2.644,38 \text{ Kw}$$

Las necesidades son:

$$2.382,15 \text{ Kw para la nave}$$

En definitiva, las cargas térmicas a contrarrestar son 2.382,15 y disponemos de 2.644.38

## 4.2. Selección de la caldera

En cuanto a la nave de producción, el equipo utilizado será una caldera.

Para calcular la potencia total que tiene que suministrar la caldera, se necesita saber la potencia necesaria de calefacción.

Potencia necesaria de calefacción para la nave:

$$1.694,14 \text{ Kw (calculados anteriormente)}$$

Para satisfacer la demanda se prevé la instalación de dos módulos formados, cada uno de ellos, por 3 calderas de condensación y alto rendimiento, a gas natural, con quemador de tiro forzado modulante, con un régimen de funcionamiento entre 51 y 300 Kw cada una.

Corresponden a la marca WEISHAUP, modelo WTC-GB 300; la caldera de apoyo para la calefacción de las oficinas responde al mismo modelo y prestaciones.

En definitiva con estos equipos se pueden obtener 1.800 KW, cuando el máximo necesario es de 1.694,14 Kw, de modo que los equipos seleccionados cumplen los requerimientos.

## 4.3. Selección de las bombas de calor

Solamente se utilizan las bombas de calor para el local de oficinas.

Las bombas de calor seleccionadas tienen la capacidad de proporcionar al mismo tiempo frío y calor, mediante recuperación frigorífica. Considerándose la producción simultánea como un aprovechamiento gratuito.

Por tanto las cargas térmicas de calefacción como de refrigeración se contrarrestarán con este tipo de equipo.

Veamos los requerimientos de este local:

- Calefacción:

### PRODUCCION CALOR

		Pot. Calorif.	
		Kc/h	Kw
Planta Baja		100.764	117,17
Planta Primera		145.364	169,03
TOTAL		246.128	286,20
Intermitencias	7,50%	18.460	21,46
Pérdidas	4,00%	9.845	11,45
Pot. Necesaria		274.433	319,11

Por tanto los requerimientos totales son de 319,11 Kw, que se han calculado en la tabal anterior.

- Refrigeración:

Los requerimientos de 244,84 Kw, que se calculan de la siguiente manera:

### PRODUCCION FRIO

		Pot. Frig.	
		Fg/h	Kw
Planta Baja		111.207	129,31
Planta Primera		151.998	176,74
TOTAL		263.205	306,05
Simultaneidad	80%		
Pot. Necesaria		210.564	244,84

Como ya hemos comentado la producción de agua fría y caliente para la climatización de las oficinas podrá realizarse de forma simultánea en equipos tipo bomba de calor de condensación por aire, con dispositivo de recuperación para

funcionamiento a 4 tubos.

Se propone la instalación de 2 unidades de la marca CLIMAVENETA, correspondientes al modelo HRAQ-0704-HL, de 167 Kw de potencia frigorífica y 188 Kw de potencia calorífica (nominal en ambos casos).

Las unidades propuestas tienen un EER de 2,35 y un COP de 2,85 en funcionamiento a plena potencia (sin recuperación).

En definitiva tendremos disponibles para calefacción un máximo de 376 kW, cuando lo máximo que vamos a necesitar es 320 Kw, de modo que estos equipos son validos. Para el ciclo de refrigeración necesitamos un máximo de 244.84 kW, teniendo disponible  $2 \times 167 = 334$  Kw.

Se cumplen con creces las expectativas.

#### 4.4. Cálculo electrobombas

Los grupos electrobomba se calculan en función de dos parámetros: el caudal de agua a impulsar y la altura manométrica a vencer.

El caudal de agua se determina por la potencia a vehicular en el circuito, dividida por el salto térmico previsto.

La altura manométrica se calcula considerando la longitud real del circuito, multiplicada por la pérdida de carga por metro lineal con que se ha determinado el diámetro de las tuberías.

Una vez determinadas las pérdidas en las redes de distribución, se les suman las resistencias simples (codos, té, derivaciones, valvulería, etc.) y se le aplica un coeficiente de seguridad del 30%. Por último, se suma la pérdida de carga del emisor situado en la posición más desfavorable.

Con estos datos y las curvas del fabricante se determina el modelo de bomba que cuyas prestaciones se ajustan a las necesidades del circuito.

Del cálculo de redes hidráulicas anterior y aplicando las pérdidas de carga obtenidas a cada circuito dotado de electrobomba generamos un cuadro donde en las columnas pertinentes se representarán los caudales y alturas o presiones a vencer por los equipos de bombeo.

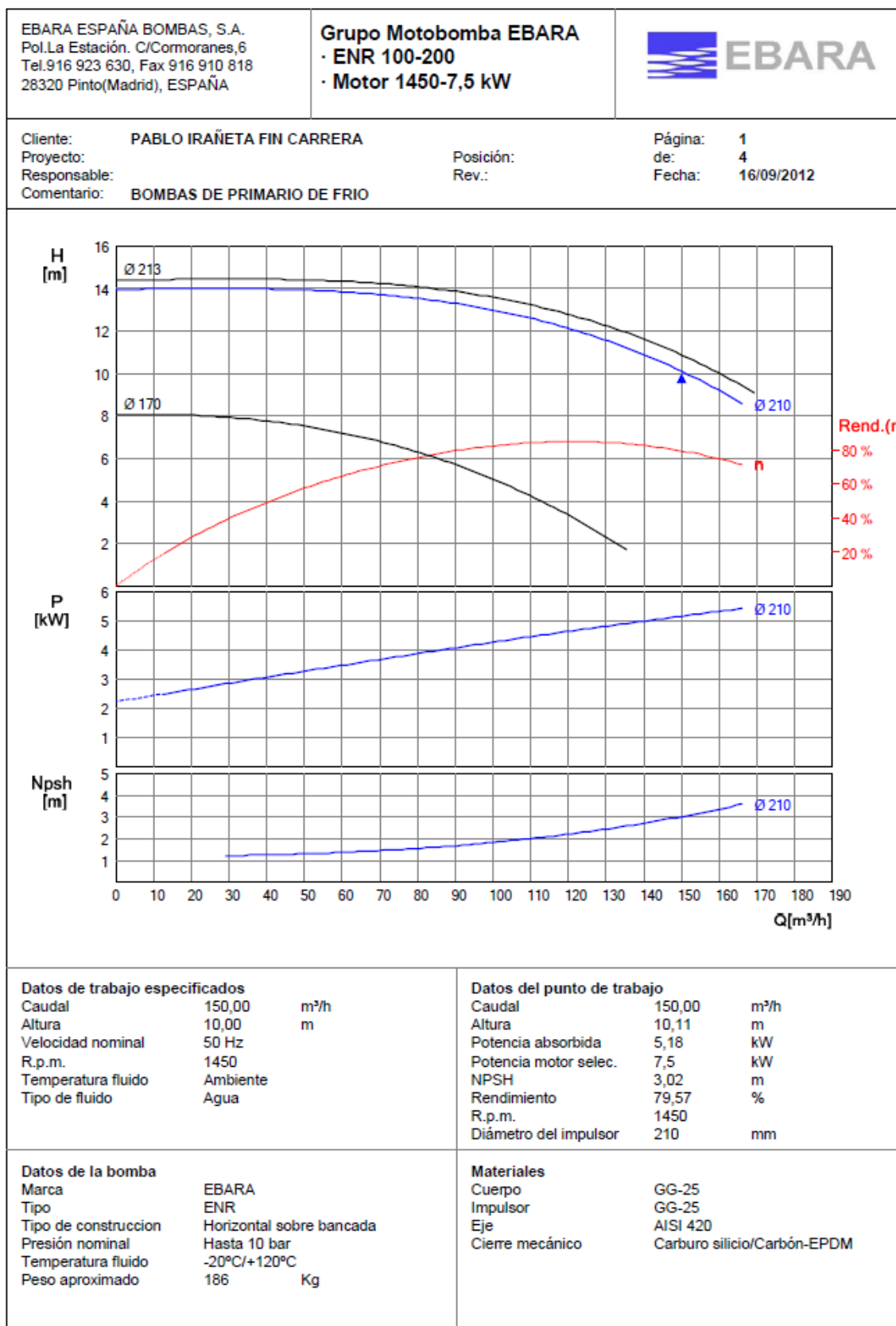
calculo electrobombas								
circuito	nº bombas	potencia circuito	salto termico	caudal	p. carga circuito	p. carga bateria	coef. seguridad	altura manometrica
		(kw)	(°c)	(l/h)	(mca)	(mca)	10%	(mca)
primario frío oficinas	1	167,00	5	<b>28.724</b>	1,50	3,95	0,40	<b>5,85</b>
primario calor oficinas	1	188,00	5	<b>32.336</b>	1,35	3,80	0,38	<b>5,53</b>
secundario frío oficinas	2	306,05	5	<b>26.320</b>	6,50	0,90	0,09	<b>7,49</b>
secundario calor ofic.	2	319,00	5	<b>27.434</b>	5,90	0,85	0,09	<b>6,84</b>
apoyo calefacción ofic.	1	120,00	15	<b>6.880</b>	2,60	0,45	0,05	<b>3,10</b>
agua caliente sanitaria	1	82,00	15	<b>4.701</b>	1,30	3,25	0,33	<b>4,88</b>
recirculacion a.c.s.	1			<b>2.560</b>				<b>3,00</b>
primario circuito solar	1	47,00	15	<b>2.560</b>	2,30	0,73	0,07	<b>3,10</b>
secundario circuito solar	1			<b>2.560</b>				<b>3,00</b>
primario frío nave	1	881,46	5	<b>151.611</b>	4,12	4,90	0,49	<b>9,51</b>
secundario frío nave	2	2.908,82	5	<b>250.159</b>	14,56	3,75	0,38	<b>18,69</b>
secundario calor nave	2	1.890,00	12	<b>67.725</b>	10,84	2,25	0,23	<b>13,32</b>

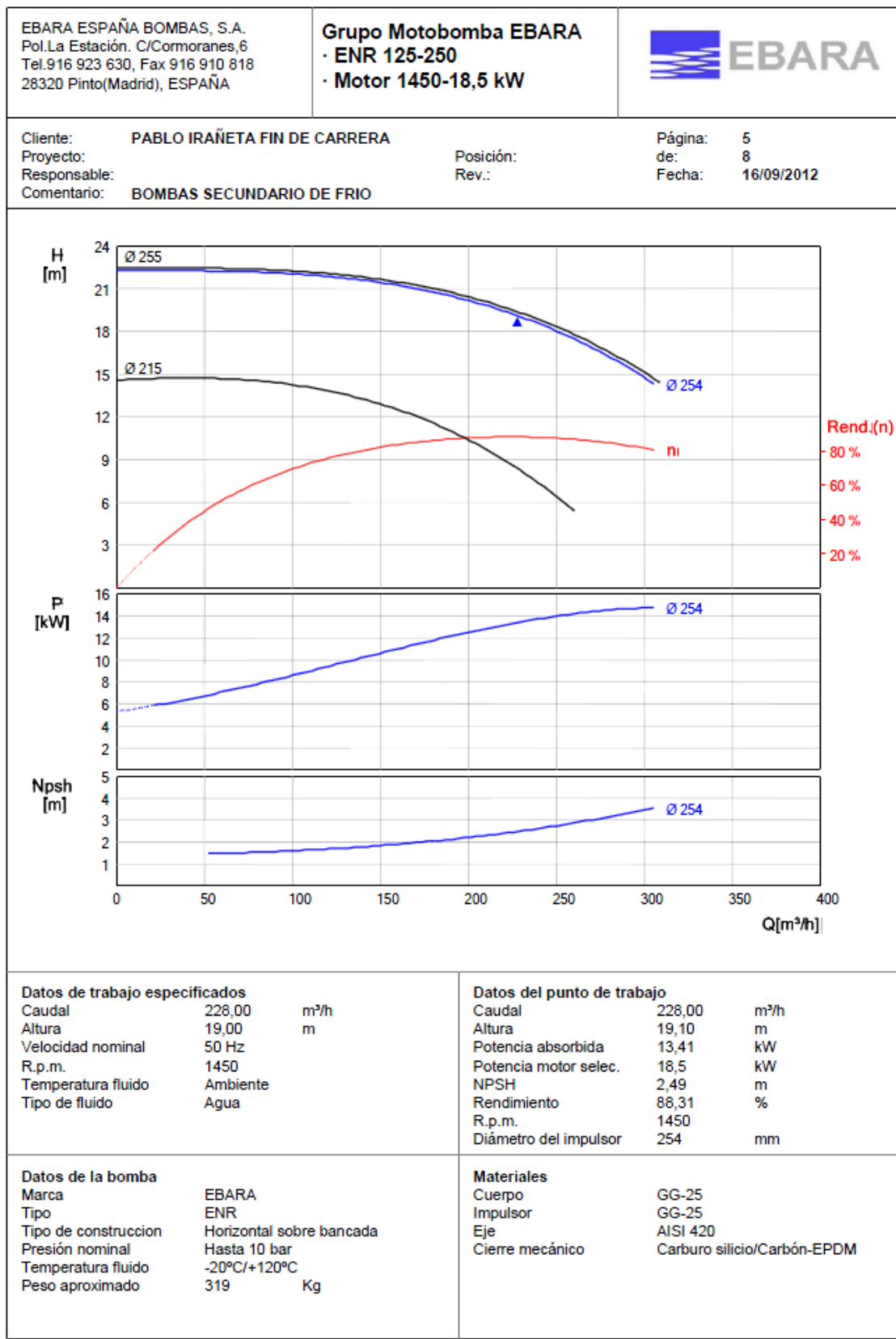
Mediante los pares de valores caudal, altura manométrica, seleccionaremos el modelo más adecuado de bomba desde la documentación técnica de un fabricante de probada calidad. En este caso utilizaremos el programa de selección de Bombas EBARA escogiendo bombas de base y bancada a 1.450 rpm, por su elevado rendimiento hidráulico

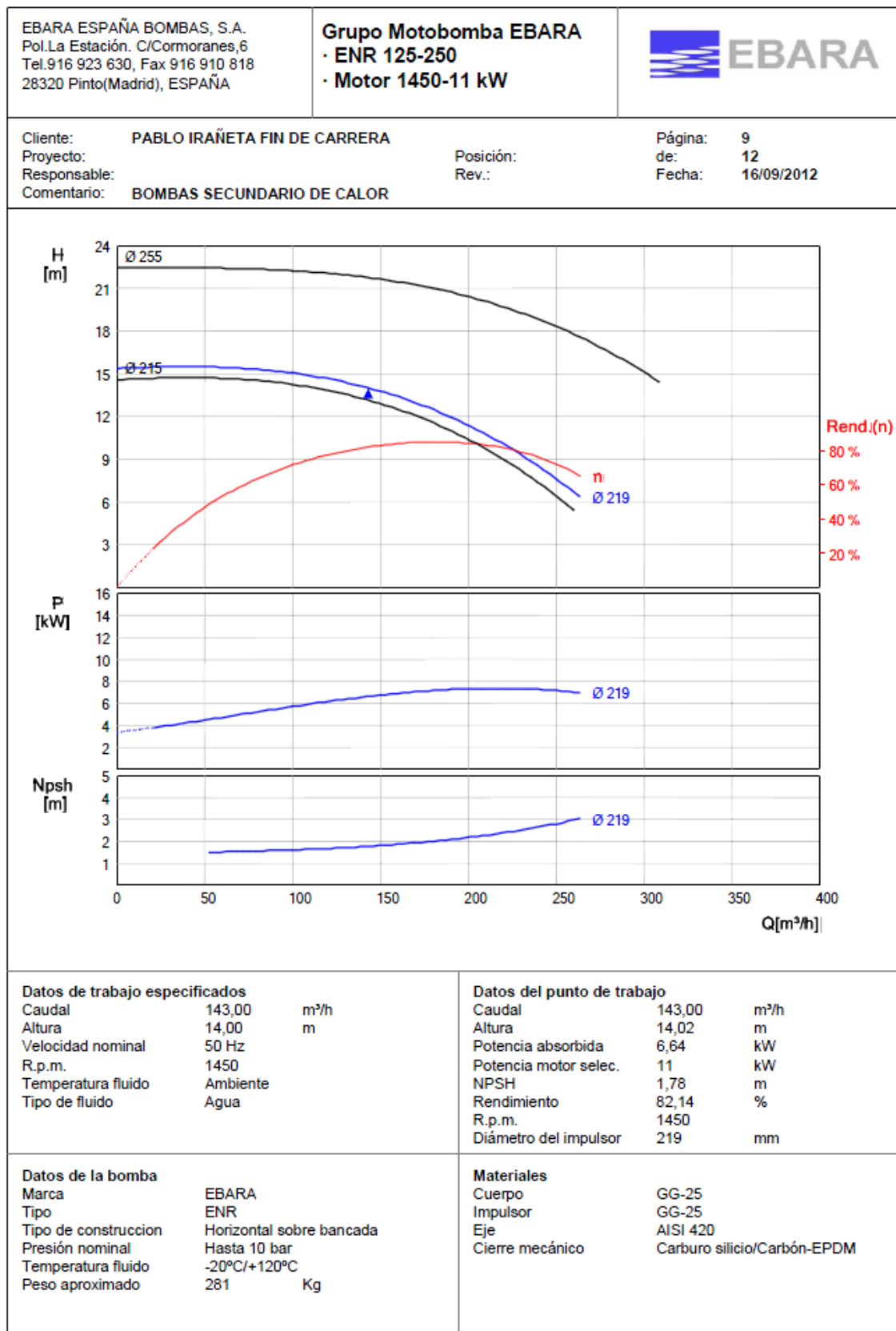
A continuación presentamos las curvas de funcionamiento de las bombas de mayor tamaño y consumo que son:

- Primario de Frio EBARA, ENR-100/200-7,5 Kw
- Secundario de Frio EBARA, ENR-125/250-18,5 Kw
- Secundario de calor



**Primario frío:**

**Secundario frio:**

**Secundario calor:**

## 4.5. Cálculo de la red de distribución de agua

### 4.5.1. Introducción teórica

La red de tuberías se ha dimensionado en función del caudal a transportar, y de una pérdida de carga no superior a 20 mmcd/m; el salto térmico considerado es de 5°C para los circuitos de refrigeración y de 15°C para los circuitos de agua caliente.

La red de distribución enlaza los elementos terminales con el generador de calor. Una vez elegidos los fan-coils, hace falta llevar a ellos el fluido de la forma más eficaz posible.

El dimensionado de las tuberías se hará teniendo en cuenta el caudal y las características físicas del fluido portador a la temperatura media de funcionamiento, las características del material utilizado y el tipo de circuito.

La red general y colectores se montarán con tuberías de Acero Negro DIN 2440, unidas mediante accesorios y soldadura.

Para la distribución de tuberías se adopta una instalación de circuito cerrado de tipo bitubular en acero negro a dos tubos, unidas mediante accesorios y soldadura. El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 para un aislamiento mínimo con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 kcal/(h m °C).

Se realizará el trazado de la red de tuberías a lo largo de la instalación, siendo una red para el caudal de impulsión y otra para el retorno tanto para agua fría como para agua caliente, por eso decimos que es una instalación a cuatro tubos. Bastará con dimensionar una de ellas (la tubería de impulsión), puesto que la de retorno es igual. Se llegará así al resultado final multiplicando por dos el circuito de impulsión.

En función de los caudales obtenidos y de las pérdidas de carga (que serán inferiores a 400 Pa/m en tramos rectos) se obtienen los diámetros de las tuberías a instalar y las velocidades del agua en estas tuberías, que no serán superiores a 1,5 m/s con el fin de mantener un nivel sonoro adecuado y una longevidad máxima de la instalación.

El método de cálculo manual para el dimensionado de la red general de distribución de calefacción se realizará de la siguiente manera:

Iniciamos el cálculo partiendo del caudal de cada elemento terminal obtenido en apartados anteriores, que se ha calculado en base a la carga térmica (Q) que transcurre por dicho tramo:

#### - Caudal

El dimensionado de las tuberías hay que realizarlo atendiendo a la cantidad de calor que es necesario transportar por medio de un caudal determinado de agua fría o caliente en cada uno de los tramos de la red de tubería.

La expresión que determina el caudal volumétrico es:

$$\dot{m} = Q / (\delta \cdot C_p \cdot \Delta T)$$

Donde:

- Q = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h)
- $\delta$  = Densidad del agua (Kg/m<sup>3</sup>)
- C<sub>p</sub> = Calor específico del agua = 1 Kcal / kg °C.
- $\Delta T$  = Salto térmico del agua entre la ida y el retorno (5 °C para la red de agua fría)

Para pasarlos a l/h, hay que multiplicar el valor resultante por 1000.

#### - Velocidad

Una vez tenemos el caudal del tramo, sabemos que la velocidad tiene que ser menor de 1,5 m/s, por las causas explicadas anteriormente. Para calcularla, estimamos la sección del tramo y utilizamos la siguiente fórmula:

$$v = Q / S$$

Donde:

- v = Velocidad (m/s)
- Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)
- S = Sección (m<sup>2</sup>)

#### - Pérdida de carga

Por metro lineal

El agua circula por las tuberías usualmente en régimen turbulento, de forma que en los tramos rectos el rozamiento y la consiguiente pérdida de presión que experimenta, es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad, a la longitud del tramo y a la rugosidad de las paredes del tubo, e inversamente proporcional al diámetro.

En la práctica, con la influencia de todos los factores anteriores se han elaborado gráficos y tablas para los distintos materiales, en donde para cada diámetro y caudal de agua que circula, indican las pérdidas de presión por rozamiento en mm.c.a por metro



lineal de tubería y velocidad.

Adjuntamos las tablas necesarias para nuestro cálculo:

**TABLA 3.19 ROZAMIENTO DEL AGUA EN TUBERÍAS DE CALEFACCIÓN**

Agua a una temperatura media de 80 °C.  
 Tuberías de hierro forjado negro o acero sin soldadura, negro, UNE19.040.  
 El rozamiento se expresa en mm de columna de agua a 4 °C, o sea, en kg/m<sup>2</sup> por cada metro de tubería.

NOMINAL (PULGADAS)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
INTERIOR (mm)	12,25	15,75	21,25	27	35,75	41,25	52,25	68	80,25	92,50	105	118
ROZAMIENTO (mm.c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
1,1	30	62	140	260	500	670	1.200	3.400	5.100	7.700	11.000	15.000
1,2	0,072	0,099	0,114	0,130	0,165	0,181	0,218	0,257	0,279	0,317	0,340	0,370
1,3	0,075	0,094	0,109	0,125	0,162	0,179	0,199	0,227	0,253	0,290	0,303	0,338
1,4	0,080	0,098	0,117	0,135	0,162	0,180	0,209	0,232	0,262	0,319	0,348	0,409
1,5	0,084	0,103	0,122	0,140	0,167	0,185	0,214	0,237	0,267	0,325	0,355	0,421
1,6	0,089	0,108	0,127	0,145	0,172	0,190	0,219	0,242	0,272	0,330	0,360	0,430
1,7	0,091	0,112	0,131	0,149	0,176	0,194	0,223	0,246	0,276	0,334	0,364	0,439
1,8	0,094	0,115	0,134	0,152	0,179	0,197	0,226	0,249	0,279	0,337	0,367	0,446
1,9	0,097	0,118	0,137	0,155	0,182	0,200	0,229	0,252	0,282	0,340	0,370	0,454
2,0	0,100	0,121	0,140	0,158	0,185	0,203	0,232	0,255	0,285	0,343	0,373	0,462
2,2	0,109	0,130	0,149	0,167	0,194	0,212	0,241	0,264	0,294	0,352	0,382	0,476
2,4	0,115	0,140	0,159	0,177	0,204	0,222	0,251	0,274	0,304	0,362	0,392	0,490
2,6	0,121	0,147	0,166	0,184	0,211	0,229	0,258	0,281	0,311	0,369	0,399	0,509
2,8	0,128	0,155	0,174	0,192	0,219	0,237	0,266	0,289	0,319	0,377	0,407	0,529
3,0	0,132	0,160	0,179	0,197	0,224	0,242	0,271	0,294	0,324	0,382	0,412	0,540
3,3	0,139	0,167	0,186	0,204	0,231	0,249	0,278	0,301	0,331	0,389	0,419	0,560
3,6	0,149	0,178	0,197	0,215	0,242	0,260	0,289	0,312	0,342	0,400	0,430	0,585
4,0	0,155	0,187	0,206	0,224	0,251	0,269	0,298	0,321	0,351	0,409	0,439	0,610
4,5	0,169	0,200	0,219	0,237	0,264	0,282	0,311	0,334	0,364	0,422	0,452	0,640
5,0	0,177	0,212	0,231	0,249	0,276	0,294	0,323	0,346	0,376	0,434	0,464	0,670
5,5	0,187	0,223	0,242	0,260	0,287	0,305	0,334	0,357	0,387	0,445	0,475	0,700
6,0	0,198	0,235	0,254	0,272	0,300	0,318	0,347	0,370	0,400	0,458	0,488	0,730
6,5	0,204	0,242	0,261	0,279	0,306	0,324	0,353	0,376	0,406	0,464	0,494	0,760
7,0	0,214	0,253	0,272	0,290	0,317	0,335	0,364	0,387	0,417	0,475	0,505	0,790
7,5	0,221	0,260	0,279	0,297	0,324	0,342	0,371	0,394	0,424	0,482	0,512	0,820
8,0	0,230	0,270	0,289	0,307	0,334	0,352	0,381	0,404	0,434	0,492	0,522	0,860
9,0	0,245	0,285	0,304	0,322	0,349	0,367	0,396	0,419	0,449	0,507	0,537	0,910
10	0,259	0,300	0,319	0,337	0,364	0,382	0,411	0,434	0,464	0,522	0,552	0,980
11	0,274	0,315	0,334	0,352	0,379	0,397	0,426	0,449	0,479	0,537	0,567	1,050
12	0,287	0,328	0,347	0,365	0,392	0,410	0,439	0,462	0,492	0,550	0,580	1,120
13	0,299	0,340	0,359	0,377	0,404	0,422	0,451	0,474	0,504	0,562	0,592	1,200
14	0,311	0,352	0,371	0,389	0,416	0,434	0,463	0,486	0,516	0,574	0,604	1,290
15	0,325	0,366	0,385	0,403	0,430	0,448	0,477	0,500	0,530	0,588	0,618	1,400
16	0,333	0,400	0,419	0,437	0,464	0,482	0,511	0,534	0,564	0,622	0,652	1,500
17	0,347	0,415	0,434	0,452	0,479	0,497	0,526	0,549	0,579	0,637	0,667	1,650



NOMINAL (PULGADAS)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
INTERIOR (mm)	12.25	15.75	21.25	27	35.75	41.25	52.25	66	80.25	92.50	105	118
ROZAMIENTO (mm c.a./m)	CAUDAL, EN LITROS/HORA VELOCIDAD, EN METROS/SEGUNDO											
18	150 0.359	300 0.427	660 0.521	1.300 0.810	2.700 0.746	3.900 0.810	7.400 0.956	14.000 1.11	23.000 1.25	33.000 1.36	45.000 1.46	65.000 1.59
19	160 0.376	310 0.433	690 0.538	1.360 0.830	2.800 0.768	4.000 0.840	7.700 0.999	15.000 1.15	25.000 1.29	34.000 1.41	47.000 1.51	67.000 1.61
20	180 0.389	330 0.450	730 0.550	1.300 0.848	2.900 0.782	4.100 0.862	7.800 1.00	16.000 1.19	26.000 1.32	35.000 1.44	48.000 1.55	68.000 1.68
22	170 0.389	330 0.474	740 0.580	14.000 0.888	3.000 0.828	4.300 0.900	8.200 1.05	16.000 1.24	26.000 1.39	36.000 1.51	50.000 1.62	69.000 1.73
24	170 0.417	350 0.495	770 0.606	1.500 0.719	3.100 0.870	4.500 0.940	8.600 1.10	17.000 1.30	26.000 1.45	38.000 1.59	53.000 1.71	73.000 1.86
26	180 0.434	360 0.519	810 0.632	1.500 0.762	3.300 0.905	4.700 0.983	9.000 1.15	18.000 1.35	27.000 1.51	40.000 1.65	55.000 1.78	76.000 1.92
28	190 0.452	380 0.536	840 0.660	1.600 0.779	3.400 0.940	4.900 1.02	9.300 1.19	18.000 1.40	28.000 1.57	41.000 1.71	58.000 1.85	79.000 2.01
30	200 0.479	380 0.560	870 0.686	1.600 0.802	3.500 0.960	5.100 1.06	9.700 1.25	19.000 1.46	30.000 1.64	43.000 1.79	60.000 1.92	82.000 2.09
33	210 0.482	410 0.580	920 0.718	1.700 0.849	3.700 1.02	5.300 1.10	10.000 1.30	20.000 1.53	31.000 1.71	45.000 1.89	62.000 2.00	86.000 2.18
36	220 0.517	430 0.620	960 0.751	1.800 0.880	3.900 1.07	5.600 1.15	11.000 1.36	21.000 1.61	33.000 1.80	47.000 1.95	65.000 2.11	90.000 2.29
40	230 0.546	460 0.650	1.080 0.830	1.900 0.930	4.100 1.13	5.900 1.23	11.000 1.45	22.000 1.70	35.000 1.90	50.000 2.08	69.000 2.22	96.000 2.42
45	250 0.583	480 0.699	1.100 0.841	2.000 0.991	4.400 1.21	6.300 1.30	12.000 1.53	23.000 1.80	37.000 2.01	52.000 2.20	74.000 2.36	100.000 2.55
50	260 0.614	510 0.730	1.100 0.896	2.100 1.04	4.600 1.27	6.600 1.38	13.000 1.62	25.000 1.91	39.000 2.13	56.000 2.31	80.000 2.50	106.000 2.70
55	270 0.643	540 0.770	1.200 0.935	2.300 1.10	4.900 1.35	7.000 1.48	13.000 1.70	26.000 2.00	41.000 2.24	59.000 2.44	82.000 2.62	113.000 2.85
65	300 0.702	580 0.840	1.300 1.02	2.500 1.20	5.300 1.47	7.700 1.60	14.000 1.86	28.000 2.20	45.000 2.45	65.000 2.68	90.000 2.89	122.000 3.11
70	320 0.735	600 0.860	1.400 1.07	2.700 1.25	5.700 1.52	8.300 1.65	15.000 1.94	30.000 2.29	48.000 2.54	69.000 2.79	97.000 2.90	132.000 3.24
75	330 0.760	630 0.910	1.400 1.11	2.800 1.28	5.900 1.59	8.700 1.71	16.000 2.00	31.000 2.35	50.000 2.64	72.000 2.85	100.000 3.10	137.000 3.35
80	350 0.783	660 0.940	1.500 1.14	2.900 1.33	6.100 1.64	9.000 1.77	17.000 2.06	34.000 2.42	53.000 2.71	76.000 2.89	105.000 3.20	146.000 3.48
90	360 0.839	700 1.00	1.500 1.21	3.100 1.40	6.700 1.75	9.800 1.88	17.000 2.20	36.000 2.59	56.000 2.90	80.000 3.14	112.000 3.39	153.000 3.68
100	370 0.883	740 1.06	1.600 1.27	3.300 1.49	7.000 1.85	10.000 2.00	18.000 2.32	38.000 2.72	59.000 3.06	85.000 3.32	116.000 3.59	163.000 3.89
110	370 0.930	790 1.12	1.700 1.34	3.500 1.57	7.300 1.95	10.000 2.10	19.000 2.46	40.000 2.89	62.000 3.21	88.000 3.50	125.000 3.78	173.000 4.11
120	410 0.979	820 1.17	1.800 1.42	3.700 1.65	7.800 2.03	11.000 2.20	20.000 2.58	42.000 3.00	65.000 3.37	92.000 3.64	130.000 3.94	183.000 4.44
130	420 1.00	850 1.21	1.900 1.46	3.900 1.72	8.200 2.13	11.000 2.30	21.000 2.60	44.000 3.18	68.000 3.51	96.000 3.82	135.000 4.21	193.000 4.77
140	440 1.05	880 1.28	2.000 1.54	4.100 1.79	8.700 2.21	12.000 2.38	22.000 2.78	46.000 3.35	71.000 3.65	100.000 3.90	140.000 4.48	203.000 5.00
150	460 1.08	910 1.30	2.100 1.59	4.300 1.88	9.200 2.30	12.000 2.48	23.000 2.88	48.000 3.40	74.000 3.80	105.000 4.15	145.000 4.73	213.000 5.31
160	480 1.13	950 1.35	2.100 1.64	4.500 1.91	9.700 2.39	13.000 2.55	24.000 2.99	50.000 3.50	77.000 3.91	110.000 4.40	150.000 5.00	223.000 5.62
170	490 1.18	980 1.40	2.200 1.70	4.700 1.98	10.200 2.47	13.000 2.65	25.000 3.10	52.000 3.62	80.000 4.02	115.000 4.69	155.000 5.27	233.000 5.93
180	500 1.18	1.000 1.44	2.200 1.75	4.900 2.02	10.700 2.51	13.000 2.70	26.000 3.18	54.000 3.71	83.000 4.14	120.000 4.96	160.000 5.52	243.000 6.24
190	520 1.22	1.040 1.48	2.300 1.80	5.100 2.10	11.200 2.60	14.000 2.80	27.000 3.27	56.000 3.82	86.000 4.26	125.000 5.23	165.000 5.77	253.000 6.55
200	530 1.26	1.100 1.58	2.400 1.86	5.300 2.15	11.700 2.68	14.000 2.88	28.000 3.36	58.000 3.90	89.000 4.38	130.000 5.50	170.000 6.00	263.000 6.86
220	560 1.32	1.100 1.60	2.500 1.95	5.700 2.26	12.700 2.80	15.000 3.01	30.000 3.41	62.000 4.02	94.000 4.51	135.000 6.00	175.000 6.27	273.000 7.17
240	580 1.40	1.200 1.68	2.600 2.03	6.100 2.38	13.700 2.95	16.000 3.15	32.000 3.70	66.000 4.14	99.000 4.69	140.000 6.27	180.000 6.48	283.000 7.48
260	620 1.46	1.200 1.75	2.700 2.18	6.500 2.48	14.700 3.09	17.000 3.20	34.000 3.84	70.000 4.38	104.000 4.96	145.000 6.55	185.000 6.77	293.000 7.79
280	640 1.52	1.300 1.82	2.800 2.20	6.900 2.54	15.700 3.20	18.000 3.41	36.000 4.02	74.000 4.69	109.000 5.23	150.000 6.86	190.000 7.00	303.000 8.10

De la tabla anterior obtendremos la pérdida de carga unitaria que genera el tramo por metro lineal (mmca/m). La pérdida lineal del tramo se calcula multiplicando el valor obtenido de la tabla por la longitud del tramo. Sus medidas son mmca.

### Secundarias

Otras pérdidas que se producen ocurren en los codos, curvas, estrechamientos y válvulas. Son las denominadas pérdidas secundarias, que dependen de las características del elemento y de la velocidad del agua. Son difíciles de precisar, pero para los usos normales puede utilizarse la siguiente tabla, donde se expresan los valores en metros lineales de tubería recta equivalente:

TABLA 3.20 PÉRDIDAS POR ROZAMIENTO EN ACCESORIOS Y VÁLVULAS (LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBERÍA)								
DIÁMETRO EN PULGADAS	CODO 90°	"T"	REDUCCIÓN	VÁLVULA BOLA	VÁLVULA COMPUERTA	VÁLVULA RETENCIÓN	VÁLVULA ESFÉRICA	RADIADOR CON VÁLVULA
3/8	0,40	1,50	0,20	1,10	0,14	1,40	3	5
1/2	0,50	1,70	0,30	1,35	0,18	1,70	4	6
3/4	0,60	1,80	0,50	1,75	0,21	2,30	5	7
1	0,80	1,90	0,65	2,30	0,26	2,85	7	8
1 1/4	1,00	2,40	0,95	2,90	0,38	3,70	9	9
1 1/2	1,30	3,00	1,00	3,50	0,44	4,70	11	10
2	1,70	4,00	1,30	4,50	0,55	5,75	16	11
2 1/2	1,90	4,50	2,00	5,90	0,70	6,90	18	12
3	2,00	5,50	2,30	6,70	0,80	8,40	24	13
4	2,20	7,30	3,00	8,80	1,10	11,10	36	14
5	2,90	9,00	4,00	10,80	1,50	12,80	42	15
6	4,00	11,00	5,00	13,10	1,70	15,40	50	16

#### 4.5.2. Cálculos

Con todo lo descrito anteriormente, realizamos los cálculos y obtenemos la siguiente distribución de tuberías:

Nota: Cuando hay bifurcaciones en los circuito siempre se calculara la perdida de carga del circuito/ramal más desfavorable dado que será la que nos defina la presión máxima a vencer por la bomba de recirculación (Esto es muy acusado en las redes de Frio y Calor de Nave)



## 4.5.2.1 Zona oficinas:

Circuito planta primera oficinas - calor										
tramo	potencia termica	salto termico	caudal	ø	longitud real		longitud equivalente	p. carga unitaria	p. carga tramo	p. carga acumulada
	(fg/h - kc/h)	(°c)	(l/h)		circu ito	(imp+re t)	(10% s/lr)	(mmca/m l)	(mca)	(mca)
1	4.290	15	286	1/2	2,00	4	4,00	17,37	0,069	0,069
2	8.580	15	572	3/4	4,00	8	9,00	14,23	0,128	0,197
3	12.870	15	858	1	6,50	13	14,00	9,69	0,136	0,333
4	26.940	15	1.796	1 1/4	6,00	12	13,00	9,65	0,125	0,458
5	41.010	15	2.734	1 1/4	4,00	8	9,00	20,95	0,189	0,647
6	45.300	15	3.020	1 1/2	5,50	11	12,00	15,15	0,182	0,829
7	4.290	15	286	1/2	3,50	7	8,00	17,37	0,139	0,968
8	9.780	15	652	3/4	4,00	8	9,00	18,08	0,163	1,131
9	12.345	15	823	1	11,5 0	23	25,00	8,98	0,225	1,356
10	57.645	15	3.843	2	3,00	6	7,00	5,79	0,041	1,397
11	4.290	15	286	3/4	3,50	7	8,00	17,37	0,139	1,536
12	6.855	15	457	3/4	3,50	7	8,00	9,46	0,076	1,612
13	11.145	15	743	3/4	2,50	5	6,00	22,98	0,138	1,750
14	68.790	15	4.586	2	6,00	12	13,00	8,01	0,104	1,854
15	82.860	15	5.524	2	7,50	15	17,00	11,31	0,192	2,046
16	96.930	15	6.462	2	7,50	15	17,00	4,19	0,071	2,117
17	111.000	15	7.400	2	3,00	6	7,00	15,13	0,106	2,223
18	113.565	15	7.571	2	1,50	3	3,00	6,74	0,020	2,243
19	116.130	15	7.742	2	1,00	2	2,00	7,66	0,015	2,258
20	130.200	15	8.680	2 1/2	2,00	4	4,00	8,66	0,035	2,293
21	372.030	15	24.802	3	5,00	10	11,00	7,22	0,079	2,372
Δp unidad terminal:										2,500
coeficiente seguridad (%):									25	1,218
total:										<b>6,090</b>

## Circuito planta primera oficinas - frio

tramo	potencia termica	salto termico	caudal	ø	longitud real		longitud equivalente	p. carga unitaria	p. carga tramo	p. carga acumulada
	(fg/h - kc/h)	(°c)	(l/h)		circuito	(imp+ ret)	(10% s/lr)	(mmca/ ml)	(mca)	(mca)
1	3.565	5	713	3/4	2,00	4	4,00	6,79	0,027	0,027
2	7.130	5	1.426	1	4,00	8	9,00	3,12	0,028	0,055
3	10.695	5	2.139	1 1/4	6,50	13	14,00	12,90	0,181	0,236
4	22.645	5	4.529	2	6,00	12	13,00	42,62	0,554	0,790
5	34.595	5	6.919	2	4,00	8	9,00	7,60	0,068	0,858
6	38.160	5	7.632	2	5,50	11	12,00	12,21	0,147	1,005
7	3.565	5	713	3/4	3,50	7	8,00	4,49	0,036	1,041
8	8.385	5	1.677	3/4	4,00	8	9,00	8,52	0,077	1,118
9	10.695	5	2.139	1 1/4	11,50	23	25,00	10,33	0,258	1,376
10	49.105	5	9.821	2 1/2	3,00	6	7,00	12,71	0,089	1,465
11	3.565	5	713	1	3,50	7	8,00	7,59	0,061	1,526
12	6.125	5	1.225	1 1/4	3,50	7	8,00	9,06	0,072	1,598
13	9.690	5	1.938	1 1/4	2,50	5	6,00	12,86	0,077	1,675
14	58.795	5	11.759	2 1/2	6,00	12	13,00	16,64	0,216	1,891
15	71.195	5	14.239	2 1/2	7,50	15	17,00	4,34	0,074	1,965
16	83.145	5	16.629	2 1/2	7,50	15	17,00	5,08	0,086	2,051
17	95.095	5	19.019	3	3,00	6	7,00	5,88	0,041	2,092
18	97.655	5	19.531	3	1,50	3	3,00	6,74	0,020	2,112
19	100.215	5	20.043	3	1,00	2	2,00	7,66	0,015	2,127
20	112.165	5	22.433	3	2,00	4	4,00	5,23	0,021	2,148
21	322.135	5	64.427	5	5,00	10	11,00	13,11	0,144	2,292
Δp unidad terminal:										2,400
coeficiente seguridad (%):									25	1,173
total:										<b>5,865</b>

## Circuito planta baja oficinas - calor

tramo	potencia termica	salto termico	caudal	ø	longitud real		longitud equivalente	p. carga unitaria	p. carga tramo	p. carga acumulada
	(fg/h - kc/h)	(°c)	(l/h)		circuit o	(imp+ ret)	(10% s/lr)	(mmca/ ml)	(mca)	(mca)
1	4.290	15	286	1/2	3,00	6	7,00	6,79	0,048	0,048
2	8.580	15	572	3/4	3,00	6	7,00	3,12	0,022	0,070
3	12.870	15	858	1	7,50	15	17,00	12,90	0,219	0,289
4	26.940	15	1.796	1 1/4	6,00	12	13,00	42,62	0,554	0,843
5	41.010	15	2.734	1 1/4	4,50	9	10,00	7,60	0,076	0,919
6	45.300	15	3.020	1 1/2	5,50	11	12,00	12,21	0,147	1,066
7	2.565	15	171	1/2	7,00	14	15,00	4,49	0,067	1,133
8	8.055	15	537	3/4	1,00	2	2,00	8,52	0,017	1,150
9	12.345	15	823	1	11,00	22	24,00	10,33	0,248	1,398
10	4.290	15	286	1/2	2,00	4	4,00	12,71	0,051	1,449
11	6.855	15	457	3/4	7,00	14	15,00	7,59	0,114	1,563
12	12.345	15	823	1	4,50	9	10,00	9,06	0,091	1,654
13	69.990	15	4.666	2	3,50	7	8,00	12,86	0,103	1,757
14	5.490	15	366	3/4	4,50	9	10,00	16,64	0,166	1,923
15	10.980	15	732	1	4,00	8	9,00	4,34	0,039	1,962
16	16.470	15	1.098	1 1/4	3,50	7	8,00	5,08	0,041	2,003
17	86.460	15	5.764	2	12,00	24	26,00	5,88	0,153	2,156
18	5.490	15	366	3/4	1,50	3	3,00	6,74	0,020	2,176
19	5.490	15	366	3/4	3,50	7	8,00	7,66	0,061	2,237
20	10.980	15	732	3/4	7,00	14	15,00	4,34	0,065	2,302
21	97.440	15	6.496	2	10,50	21	23,00	4,23	0,097	2,399
22	5.490	15	366	1	3,00	6	7,00	7,66	0,054	2,453
23	5.490	15	366	1	1,50	3	3,00	7,66	0,023	2,476
24	10.980	15	732	1	7,00	14	15,00	4,34	0,065	2,541
25	108.420	15	7.228	2	3,50	7	8,00	5,15	0,041	2,582
26	334.980	15	22.332	3	7,50	15	17,00	5,19	0,088	2,670
Δp unidad terminal:										2,300
coeficiente seguridad (%):									25	1,243
total:										<b>6,213</b>

## Circuito planta baja oficinas - frio

tramo	potencia termica	salto termico	caudal	ø	longitud real		longitud equivalente	p. carga unitaria	p. carga tramo	p. carga acumulada
	(fg/h - kc/h)	(°c)			circu ito	(imp+ ret)	(10% s/lr)	(mmca/ ml)	(mca)	(mca)
1	3.565	5	713	3/4	3,00	6	7,00	6,79	0,048	0,048
2	7.130	5	1.426	1	3,00	6	7,00	3,12	0,022	0,070
3	10.695	5	2.139	1 1/4	7,50	15	17,00	12,90	0,219	0,289
4	22.645	5	4.529	2	6,00	12	13,00	42,62	0,554	0,843
5	34.595	5	6.919	2	4,50	9	10,00	7,60	0,076	0,919
6	38.160	5	7.632	2	5,50	11	12,00	12,21	0,147	1,066
7	2.560	5	512	3/4	7,00	14	15,00	4,49	0,067	1,133
8	7.380	5	1.476	1	1,00	2	2,00	8,52	0,017	1,150
9	10.945	5	2.189	1 1/4	11,0 0	22	24,00	10,33	0,248	1,398
10	3.565	5	713	3/4	2,00	4	4,00	12,71	0,051	1,449
11	6.125	5	1.225	1	7,00	14	15,00	7,59	0,114	1,563
12	10.945	5	2.189	1 1/4	4,50	9	10,00	9,06	0,091	1,654
13	60.050	5	12.010	2 1/2	3,50	7	8,00	12,86	0,103	1,757
14	4.820	5	964	3/4	4,50	9	10,00	37,16	0,372	2,129
15	9.640	5	1.928	1	4,00	8	9,00	4,34	0,039	2,168
16	14.460	5	2.892	1 1/4	3,50	7	8,00	5,08	0,041	2,209
17	74.510	5	14.902	2 1/2	12,0 0	24	26,00	5,88	0,153	2,362
18	4.820	5	964	1	1,50	3	3,00	6,74	0,020	2,382
19	4.820	5	964	1	3,50	7	8,00	7,66	0,061	2,443
20	9.640	5	1.928	1 1/4	7,00	14	15,00	10,99	0,165	2,608
21	84.150	5	16.830	3	10,5 0	21	23,00	11,19	0,257	2,865
22	4.820	5	964	1	3,00	6	7,00	11,99	0,084	2,949
23	4.820	5	964	1	1,50	3	3,00	11,99	0,036	2,985
24	9.640	5	1.928	1 1/4	7,00	14	15,00	10,99	0,165	3,150
25	93.790	5	18.758	3	3,50	7	8,00	13,71	0,110	3,260
26	290.305	5	58.061	6	7,50	15	17,00	10,77	0,183	3,443
Δp unidad terminal:										2,424
coeficiente seguridad (%):										25
total:										<b>7,334</b>

## 4.5.2.2 Zona nave

## Circuito nave red de calor

tramo	potencia termica	salto termico	caudal	Ø	longitud real		longitud equivalente	p. carga unitaria	p. carga tramo	p. carga acumulada
	(fg/h - kc/h)	(°c)	(l/h)		circuit o	(imp+ ret)	(10% s/lr)	(mmca/ ml)	(mca)	(mca)
1	89.700	15	5.980	2 1/2	24,00	48	53,00	6,79	0,360	circ fav
2	179.400	15	11.960	3	14,00	28	31,00	3,12	0,097	circ fav
3	269.100	15	17.940	3	16,00	32	35,00	12,90	0,452	circ fav
4	358.800	15	23.920	3	16,00	32	35,00	42,62	1,492	circ fav
5	448.500	15	29.900	4	16,00	32	35,00	7,60	0,266	circ fav
6	538.200	15	35.880	4	14,00	28	31,00	12,21	0,379	circ fav
7	627.900	15	41.860	5	16,00	32	35,00	4,49	0,157	circ fav
8	717.600	15	47.840	5	9,00	18	20,00	8,52	0,170	
9	89.700	15	5.980	2 1/2	24,00	48	53,00	10,33	0,547	0,547
10	179.400	15	11.960	3	14,00	28	31,00	12,71	0,394	0,941
11	269.100	15	17.940	3	16,00	32	35,00	7,59	0,266	1,207
12	358.800	15	23.920	3	16,00	32	35,00	9,06	0,317	1,524
13	448.500	15	29.900	4	16,00	32	35,00	12,86	0,450	1,974
14	538.200	15	35.880	4	14,00	28	31,00	16,64	0,516	2,490
15	627.900	15	41.860	5	16,00	32	35,00	4,34	0,152	2,642
16	717.600	15	47.840	5	9,00	18	20,00	5,08	0,102	2,744
17	1.435.200	15	95.680	6	72,00	144	158,00	5,88	0,929	3,673
Δp unidad terminal:										5,000
coeficiente seguridad (%):									25	2,168
total:										<b>10,841</b>

**Circuito nave red de frio**

tramo	potencia termica	salto termico	caudal	Ø	longitud real		longitud equivalente	p. carga unitaria	p. carga tramo	p. carga acumulada
	(fg/h - kc/h)	(°c)	(l/h)		circuit o	(imp+ ret)	(10% s/lr)	(mmca/ ml)	(mca)	(mca)
1	142.560	5	28.512	4	24,00	48	53,00	8,18	0,434	circ fav
2	285.120	5	57.024	4	14,00	28	31,00	30,23	0,937	circ fav
3	427.680	5	85.536	6	16,00	32	35,00	9,31	0,326	circ fav
4	570.240	5	114.048	6	16,00	32	35,00	16,07	0,562	circ fav
5	712.800	5	142.560	8	16,00	32	35,00	5,77	0,202	circ fav
6	855.360	5	171.072	8	14,00	28	31,00	8,15	0,253	circ fav
7	997.920	5	199.584	8	16,00	32	35,00	10,93	0,383	circ fav
8	1.140.480	5	228.096	8	9,00	18	20,00	14,10	0,282	
9	142.560	5	28.512	4	24,00	48	53,00	8,18	0,434	0,434
10	285.120	5	57.024	4	14,00	28	31,00	30,23	0,937	1,371
11	427.680	5	85.536	6	16,00	32	35,00	9,31	0,326	1,697
12	570.240	5	114.048	6	16,00	32	35,00	16,07	0,562	2,259
13	712.800	5	142.560	8	16,00	32	35,00	5,77	0,202	2,461
14	855.360	5	171.072	8	14,00	28	31,00	8,15	0,253	2,714
15	997.920	5	199.584	8	16,00	32	35,00	10,93	0,383	3,097
16	1.140.480	5	228.096	8	9,00	18	20,00	14,10	0,282	3,379
17	2.280.960	5	456.192	10	72,00	144	158,00	16,89	2,669	6,048
Δp unidad terminal:										5,600
coeficiente seguridad (%):									25	2,912
total:										<b>14,560</b>

#### 4.6. Selección de fan-coils

Los fan-coil son climatizadores de pequeña capacidad, que únicamente cuentan con filtro en la aspiración, batería de agua fría, batería de agua caliente y ventilador centrífugo de aspiración e impulsión.

Se ha previsto la instalación de unidades encastrables en falso techo, de la marca RHOSS, correspondientes al modelo EV. El tamaño será acorde a la potencia requerida en el local al que de servicio cada uno.

Dispondrán de filtros en la aspiración, de eficacia según lo establecido en UNE EN 779 como mínimo. También contarán con llaves de corte en la entrada y salida de agua, de acuerdo con IT.1.3.4.2.12.

Igualmente dispondrán de válvula de tres vías con servomotor de acción proporcional tanto en la acometida de frío como en la de calor, gobernados por el termostato de ambiente.

Todo lo referente a la instalación de estas unidades se contempla en los planos correspondientes que acompañan a esta Memoria.

A continuación se adjuntan los parámetros de selección de equipos.

Los fan-coils se han seleccionado para las prestaciones facilitadas por el fabricante según las siguientes premisas:

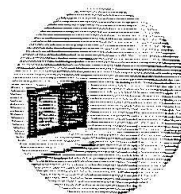
Temperatura agua calor: 55/40°C

Temperatura agua frío: 7/12°C

Se seleccionan aquellos cuya potencia nominal satisfaga por exceso la requerida en el local para el que esté previsto.

Veamos la ficha técnica del fabricante:



*Yardy Evolution*
**IDRHOSS**  
 system compatible

 Wall-mounted  
 electronic panel

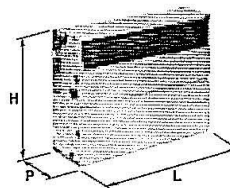
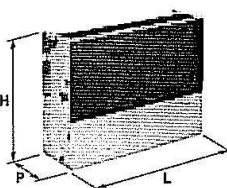
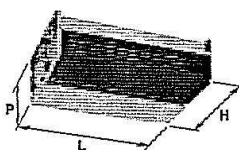
 Electronic  
 control panel  
 for wall mounting.

YardyEV IOP-IVP-IVF MODEL		15	20	22	25	35	40	45	55	65	75
❶ Cooling capacity (total heat)	MAX kW	1,02	1,71	1,92	2,42	2,96	3,81	4,12	5,23	6,34	7,19
	MED kW	0,87	1,32	1,49	1,95	2,49	2,74	3,19	4,27	5,28	5,97
	MIN kW	0,82	1,09	1,14	1,56	2,00	2,38	2,89	3,78	4,28	5,51
❷ Heating capacity (70°C)	MAX kW	2,40	3,74	4,30	5,66	6,51	8,32	8,88	11,70	14,23	17,37
	MED kW	2,02	2,81	3,39	4,39	5,45	6,15	6,58	9,32	11,72	14,92
	MIN kW	1,35	2,34	2,64	3,53	4,31	5,26	6,08	7,86	10,01	13,42
❸ Heating capacity (50°C)	MAX kW	1,41	2,20	2,52	3,31	3,82	4,88	5,26	6,83	8,36	10,08
	MED kW	1,40	2,16	2,22	3,01	3,24	3,92	3,93	6,11	6,31	8,81
	MIN kW	1,16	1,72	1,97	2,56	2,78	3,41	3,41	5,16	5,80	6,20
❹ Heating capacity additional coil	MAX kW	0,98	1,48	1,64	2,07	2,30	3,02	3,04	4,55	5,58	5,64
	MED kW	0,98	1,48	1,64	2,07	2,30	3,02	3,04	4,55	5,58	5,64
	MIN kW	0,98	1,48	1,64	2,07	2,30	3,02	3,04	4,55	5,58	5,64
Air flow	MAX m³/h	209	268	339	484	547	676	681	1,077	1,235	1,480
	MED m³/h	163	207	238	339	434	472	474	802	948	1,171
	MIN m³/h	100	155	177	252	329	390	431	662	757	994
Sound power level	MAX dB(A)	43	44	48	48	50	51	52	58	62	66
	MED dB(A)	35	35	40	38	43	43	43	52	56	61
	MIN dB(A)	26	28	32	30	36	38	41	47	50	57
❺ Sound pressure level	MAX dB(A)	35	36	40	40	42	43	44	50	54	58
	MED dB(A)	27	27	32	30	35	35	35	44	48	53
	MIN dB(A)	18	20	24	22	28	30	33	39	42	49
Maximum absorbed power	W	32	30	38	45	54	72	70	115	161	184
Main supply	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
DIMENSIONS AND WEIGHTS		15	20	22	25	35	40	45	55	65	75
L - Width	mm	450	550	550	750	750	950	950	1.250	1.250	1.250
H - Height	mm	545	545	545	545	545	545	545	545	545	545
P - Depth	mm	212	212	212	212	212	212	212	212	212	212
Weight	kg	22	28	28	35	38	39	40	48	50	52

IOP

IVP

IVF



In the following conditions:

- ❶ Air: 27°C D.B.; 19°C W.B. - Water: 7/12°C.
- ❷ Air: 20°C - Water: 70/60°C.
- ❸ Air: 20°C - Water: 50°C, flow rate as in cooling.
- ❹ At 1 m from air outlet with directionality factor of 2.



Para calcular el modelo de fan-coil adecuado, primero se comprobará que las prestaciones frigoríficas de dicho fan-coil complacen las necesidades creadas en la habitación.

Todos los espacios a climatizar se calculan de la misma manera.

Tomamos como ejemplo la zona de las oficinas. Sus requerimientos son los siguientes:

- Frio Planta Baja:

129,31 Kw

- Calor Planta Baja:

117,17 Kw

- Frio planta primera

176,74 Kw

- Calor planta primera

169,03 Kw

Para satisfacer estos requerimientos se necesitara los siguientes equipos:

Del modelo 33 se seleccionan 6 unidades.

Del modelo 44 se seleccionan 28 unidades.

Del modelo 66 se seleccionan 19 unidades.

La suma de sus potencias caloríficas y frigoríficas satisface ambas demandas.

#### **4.7. Selección del climatizador**

Se equilibran las pérdidas en la nave tanto para calor como para frio mediante 16 climatizadores iguales, que atienden a 8 zonas de la nave (dos climatizadores por zona).

-Cálculo de la batería de frio:

Potencia total nave: 2.382.148,15 (W)

Potencia sensible nave: 1.707.252,2 (W)

Potencia total por climatizador:  $2.382.148,15 / 16 = 148.884,26$  (W)

Potencia sensible por climatizador:  $1.707.252,2 / 16 = 106.703,26$  (W)

Se mayoran los resultados obtenidos con un coeficiente de seguridad del 10%.

Por lo tanto la batería de frío tendrá las siguientes características:

Potencia:  $148.884,26$  (W) \* 1,10 =  $163.772,7$  (W)

Relación sensible-total:  $106.703,26 / 148.884,26 = 71.67$  %

Condiciones de entrada:  $20$  °C / 50% HR

Agua:  $7 / 12$  °C

- Cálculo del caudal aire:

Se realiza el cálculo para la batería de frío, ya que establece el límite. Para el cálculo de este parámetro se hará uso de la potencia sensible y de la fórmula que veremos a continuación. Se supone un salto de temperatura de  $10$  °C entre la entrada y la salida de la batería.

$$Pot = Q * \delta * C_p * \Delta T$$

Donde:

- Pot = Potencia que tiene que suministrar (Kcal/h)
- Q = Caudal de aire ( $m^3/h$ )
- $\delta$  = Densidad del aire ( $Kg/m^3$ )
- $C_p$  = Calor específico del aire (Kcal/h kg)
- $\Delta t$  = Salto térmico del aire entre el aire exterior y la temperatura a la que queremos calentar o enfriar dicho caudal de aire.

Despejando Q obtenemos que el caudal es de  $31.642,96$  ( $m^3/h$ )

Con el coeficiente de seguridad aplicado anteriormente el valor utilizado para seleccionar el climatizador es  $Q = 34.807,25$  ( $m^3/h$ )

Caudal de agua: con la fórmula utilizada anteriormente y con los parámetros característicos del agua obtenemos el siguiente caudal:  $28.168,8$  (l/h)

- Cálculo de la batería de calefacción:

Potencia total nave:  $1.694.139,53$  (W)

Potencia total por climatizador:  $1.694.139,53 / 16 = 105.883,72$  (W)

En este caso no se mayoran los resultados puesto que la maquinaria de producción aporta calor al ambiente.

Condiciones de entrada: 21 °C / 50% HR

Agua: 60 / 45 °C

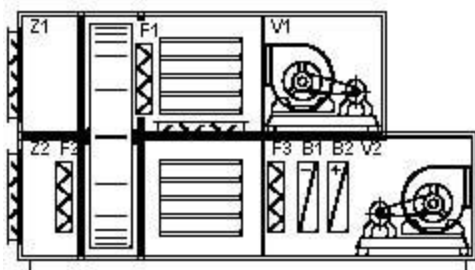
- Caudal de agua: con la fórmula utilizada anteriormente y con los parámetros característicos el agua obtenemos el siguiente caudal: 8.682, 5 (l/h)

Con estos datos, el fabricante nos propone el siguiente equipo. A continuación se observa su ficha técnica:

#### CLIMATIZADOR TROX TKM 75

**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**

Climatizador modular serie TKM: 53 formado por bastidor en perfil de aluminio extruido y paneles de cierre tipo sandwich de 25 mm. espesor con chapa galvanizada interior y chapa prelacada exterior. Aislamiento de poliuretano. Puertas de intervención con manecillas de apertura rápida.



#### Datos generales del climatizador

Largo (mm): 5.214 Alto (mm): 3.618 Ancho (mm): 2.860 Ejecución: intemperie Peso aproximado (Kg): 4.639

#### Recuperador de energía

Rec. rotativo entálpico  $v=cte$ . Tipo: RRU-ET-D19-1900/1900-1775 Caudal de entrada/salida (m<sup>3</sup>/h): 21.000 / 21.000 Eficiencia: 64%

Compuerta interior -y (Zona caja04.zona01) JZ-B/2.100 x 840(SERVOMOTOR)

Compuerta exterior z (Zona caja04.zona01) JZ-B/1.300 x 1.335(SERVOMOTOR)

#### Ventilador V1

ADH 800(K) Caudal: 36.750 m<sup>3</sup>/h Presión disponible: 30 mmca Velocidad de giro: 515 rpm Nivel Sonoro: 90 dB(A) Motor: 15,00 Kw/1.500 rpm

Compuerta exterior -x (Zona caja02.zona01) JZ-B/1.200 x 840(SERVOMOTOR)

Filtro F1

Filtro plano modelo F718 Clase según UNE EN 779 G4 Pérdida de carga considerada (mmca): 15

Separación Z1 Longitud de la sección (mm): 200

Compuerta exterior -x (Zona caja01.zona01) JZ-B/1.200 x 840(SERVOMOTOR)

Filtro F2

Filtro plano modelo F718 Clase según UNE EN 779 G4 Pérdida de carga considerada (mmca): 15

Separación Z2 Longitud de la sección (mm): 200

Compuerta exterior z (Zona caja03.zona01) JZ-B/1.150 x 1.500(SERVOMOTOR)

Filtro F3

Filtro plano modelo F718 Clase según UNE EN 779 G4 Pérdida de carga considerada (mmca): 15

Batería B1

Batería de agua fría 27T 6R 2.550 Capacidad térmica: 142.560 Kcal/h Caudal de aire: 36.750 m<sup>3</sup>/h Cond. ent/sal aire: 24,2°C-55 %HR / 13,5°C-99 %HR Vel. aire: 2,5 m/s Cond. ent/sal agua: 7,0°C / 12,0°C Pérdida de carga del agua: 2,92 mca

Batería B2

Batería de agua caliente 27T 2R 2.550 Capacidad térmica: 89.704 Kcal/h Caudal de aire: 36.750 m<sup>3</sup>/h Cond. ent/sal aire: 16,0°C / 24,2°C Velocidad del aire: 2,5 m/s Cond. ent/sal agua: 60,0°C / 45,0°C Pérdida de carga del agua: 2,26 mca

Ventilador V2

RDH 800(K)Caudal: 36.750 m<sup>3</sup>/h Presión disponible: 45 mmca Velocidad de giro: 1.069 rpm Nivel Sonoro: 93 dB(A) Motor: 18,50 Kw/1.500 rpm

Cumplimos de sobra los requerimientos, una vez mayorados.

## 4.8. Selección de la red de conductos

### 4.8.1 Introducción teórica

La red de conductos se diseña para conseguir llevar un determinado caudal de aire a los puntos de impulsión deseados. Antes de entrar en el diseño de la red de conductos, vamos a introducir las propiedades físicas del aire, el concepto de diámetro

equivalente y el cálculo de pérdidas de carga.

- Propiedades físicas del aire

Obviamente las propiedades físicas del aire van a depender de la temperatura y de la presión. En el diseño de conductos, las propiedades más utilizadas son la densidad y la viscosidad. La densidad se puede aproximar como:

$$\rho = P_{atm} / (287 * T)$$

Donde:

- $P_{atm}$  = presión atmosférica (Pa)
- $T$  = temperatura del aire (K)
- $\rho$  = densidad del aire (kg/m<sup>3</sup>)

De todas formas, puede tomarse como aproximación una densidad del aire constante de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

En cuanto a la viscosidad del aire, se puede obtener gracias a la fórmula:

$$\mu = 1,724 * 10^{-5} * (T / 273,25)^{0,76}$$

Donde  $\mu$  está en N·s/m<sup>2</sup> y  $T$  en K.

El efecto de la presión en la determinación de las propiedades del aire sólo tiene efecto cuando la instalación se ubica a mucha altura sobre el nivel del mar.

- Diámetro equivalente

Los conductos utilizados en la distribución del aire pueden ser circulares o rectangulares. Debido a que la mayoría de las tablas y expresiones se dan para conductos circulares, resulta muy útil el concepto de diámetro equivalente.

Para determinar el diámetro equivalente de un conducto rectangular puede utilizarse la expresión:

$$D_{eq} = 1,3 * (H * W)^{0,625} / (H + W)^{0,625}$$

Donde:

- $D_{eq}$  = diámetro equivalente
- $H$  = altura del conducto
- $W$  = anchura del conducto

- Pérdidas de carga

Dentro del conducto el fluido experimenta una pérdida de presión por

rozamiento, denominándose ésta pérdida de carga. Estas pérdidas de carga se dividen en pérdidas en el conducto y pérdidas en singularidades.

- Pérdidas en conducto:

Se produce una pérdida de carga por el paso del aire en el conducto, la cual suele expresarse por metro de longitud como:

$$\Delta p/L = f * (\rho / D_{eq}) * (c^2 / 2)$$

Donde:

- $\Delta p/L$  = Incremento de presión lineal (Pa/m).
- $f$  = factor de fricción (adimensional) del material.
- $\rho$  = Densidad del aire ( $\text{Kg/m}^3$ ).
- $D_{eq}$  = Diámetro equivalente (m).
- $c$  = velocidad del aire (m/s).

- Pérdidas en singularidades:

Habitualmente estas pérdidas se miden de forma experimental y se determinan por expresiones del tipo:

$$\Delta p = K * \rho * (c^2 / 2)$$

Donde:

- $\rho$  = Densidad del aire
- $c$  = velocidad del aire
- $K$  = el factor de forma de la singularidad

#### 4.8.2 cálculos

A continuación se muestra la tabla de cálculo de conductos en donde se aplican las formulas indicadas en el anterior apartado:

Climatización nave impulsión (chapa galva aislada)											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	m3/h	m	m	mm)	mm	m2	m/sg	mmca/m)	mmca		mmca
mtte.	34.000	10,00	12,00	950	950	0,90	10,46	0,087	1,044	1,150	1,201
0 - 1	34.000	8,00	9,60	950	950	0,90	10,46	0,087	0,835	1,150	2,161
1 - 2	34.000	3,00	3,60	1200	750	0,90	10,49	0,088	0,317	1,150	2,525
2 - 3	17.000	9,00	10,80	750	750	0,56	8,40	0,076	0,821	1,150	3,469
2 - 4	17.000	9,00	10,80	750	750	0,56	8,40	0,076	0,821	1,150	3,469
									unidad terminal:	6,000	9,469
									c.seg 20%:		1,894
									p. carga tot:		<b>11,363</b>

Climatización nave retorno (chapa galva aislada)											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	34.000	12,00	14,40	950	950	0,90	10,46	0,087	1,253	1,150	1,441
1 - 2	17.000	15,00	18,00	950	600	0,57	8,28	0,074	1,332	1,150	2,973
1 - 3	17.000	15,00	18,00	950	600	0,57	8,28	0,074	1,332	1,150	2,973
									unidad terminal:	5,000	7,973
									c.seg 20%:		1,595
									p. carga tot:		<b>9,567</b>

Aire primario p. baja - producción											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	2.000	6,00	7,20	350	300	0,11	5,29	0,087	0,626	1,150	0,720
0 - 1	2.000	5,00	6,00	350	300	0,11	5,29	0,087	0,522	1,150	1,321
1 - 2	1.200	6,00	7,20	300	250	0,08	4,44	0,061	0,439	1,150	1,826
2 - 3	600	7,50	9,00	250	200	0,05	3,33	0,079	0,711	1,150	2,643
3 - 4	400	3,00	3,60	200	150	0,03	3,70	0,058	0,209	1,150	2,884
4 - 5	200	4,00	4,80	150	150	0,02	2,47	0,056	0,269	1,150	3,193
									unidad terminal:	5,000	8,193
									c.seg 20%:		1,639
									p. carga tot:		<b>9,831</b>

Aire primario p. baja - vestíbulo											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	2.000	9,00	10,80	350	300	0,11	5,88	0,087	0,940	1,150	1,081
0 - 1	2.000	10,00	12,00	350	300	0,11	5,88	0,087	1,044	1,150	2,281
1 - 2	1.000	13,00	15,60	250	200	0,05	3,75	0,061	0,952	1,150	3,375
2 - 3	335	5,00	6,00	200	150	0,03	2,78	0,058	0,348	1,150	3,776
1 - 4	1.000	3,00	3,60	250	200	0,05	3,75	0,061	0,220	1,150	2,534
4 - 5	670	5,00	6,00	200	150	0,03	2,78	0,058	0,348	2,150	3,282
5 - 6	335	1,00	1,20	200	150	0,03	2,78	0,058	0,070	1,150	3,362
									rejilla aspiración:	3,000	6,776
									c.seg 20%:		1,355
									p. carga tot:		<b>8,131</b>

Aire primario p. baja - formación											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	1.000	8,50	10,20	300	300	0,09	5,88	0,087	0,887	1,150	1,021
0 - 1	665	3,50	4,20	200	150	0,03	2,78	0,058	0,244	1,150	1,301
1 - 2	335	4,00	4,80	150	150	0,02	3,75	0,061	0,293	1,150	1,637
									unidad terminal:	5,000	6,637
									c.seg 20%:		1,327
									p. carga tot:		<b>7,965</b>

Ventilación vestuarios 2 - p. baja											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
0 - 1	800	11,00	13,20	300	300	0,09	5,39	0,094	1,241	1,150	1,427
									rejilla retorno:	2,500	2,500
									c.seg 20%:		0,500
									p. carga tot:		<b>3,000</b>



Ventilación vestuarios 1 - p. baja											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
0 - 1	800	12,00	14,40	300	300	0,09	5,39	0,094	1,354	1,150	1,557
									rejilla retorno:	2,500	2,500
									c.seg 20%:		0,500
									p. carga tot:		<b>3,000</b>
Aire primario p. primera - oficinas generales 1											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	2.000	5,50	6,60	350	300	0,11	5,88	0,087	0,574	1,150	0,660
0 - 1	2.000	6,50	7,80	350	300	0,11	5,88	0,087	0,679	1,150	1,441
1 - 2	1.200	7,00	8,40	300	250	0,08	3,75	0,061	0,512	1,150	2,030
2 - 3	600	6,50	7,80	250	200	0,05	3,89	0,079	0,616	1,150	2,739
3 - 4	400	3,00	3,60	200	150	0,03	2,78	0,058	0,209	1,150	2,979
4 - 5	200	4,00	4,80	150	150	0,02	2,47	0,056	0,269	1,150	3,288
									unidad terminal:	5,000	8,288
									c.seg 20%:		1,658
									p. carga tot:		<b>9,945</b>

Aire primario p. primera - oficinas generales											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m3/h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m2)	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	2.000	8,00	9,60	350	300	0,11	5,88	0,087	0,835	1,150	0,960
0 - 1	2.000	9,50	11,40	350	300	0,11	5,88	0,087	0,992	1,150	2,101
1 - 2	1.000	12,00	14,40	250	200	0,05	3,75	0,061	0,878	1,150	3,111
2 - 3	335	6,00	7,20	200	150	0,03	2,78	0,058	0,418	1,150	3,591
1 - 4	1.000	3,50	4,20	250	200	0,05	3,75	0,061	0,256	1,150	2,396
4 - 5	670	4,50	5,40	200	150	0,03	2,78	0,058	0,313	2,150	3,069
5 - 6	335	1,00	1,20	200	150	0,03	2,78	0,058	0,070	1,150	3,149
									rejilla aspiración:	3,000	6,591
									c.seg 20%:		1,318
									p. carga tot:		<b>7,910</b>

<b>Aire primario p. primera - oficinas generales 2</b>											
tramo	caudal	l. real	l. equiv.	ancho	alto	s	v	pcunit	pctramo	factor	pca
	(m <sup>3</sup> /h)	(m)	(m)	(mm)	(m m)	(m <sup>2</sup> )	(m/sg)	(mmca/ ml)	(mmca)		(mmca)
mtte.	2.000	10,00	13,00	350	300	0,11	5,88	0,087	1,131	1,150	1,301
0 - 1	1.500	7,00	8,40	350	250	0,09	5,88	0,087	0,731	1,150	2,141
1 - 2	1.000	7,00	8,40	300	250	0,08	3,75	0,061	0,512	1,150	2,730
2 - 3	500	5,00	6,00	250	150	0,04	2,78	0,058	0,348	1,150	3,131
								rejilla aspiración:		3,000	6,131
								c.seg 20%:			1,226
								p. carga tot:			<b>7,357</b>

#### 4.9 Cálculo del sistema de difusión:

- Oficinas: Para la difusión del aire en oficinas, se hace uso de los siguientes elementos:

Difusores rotacionales, difusores lineales, difusores convencionales, rejillas de impulsión, rejillas de retorno y bocas de extracción

Las dimensiones de los difusores rotacionales se calculan para el caudal unitario previsto y una pérdida de carga de 3 mm.c.d.a.; el alcance y el índice de inducción varían con las características de la sala a tratar.

Los difusores lineales previstos para impulsión se han seleccionado por el caudal de aire que deben circular con una pérdida de carga de 2 mmcd; el alcance en horizontal previsto es de 4'5 m y el nivel de inducción obtenido es de 4.

Los difusores convencionales y las rejillas de impulsión se determinan en base a una velocidad de paso del aire de 2 m/s con una pérdida de carga máxima de 2'5 mm.c.d.a.

Las rejillas de retorno y extracción se han dimensionado para una velocidad de paso del aire de 1'6 m/s con una pérdida de carga máxima de 3 mm.c.d.a.

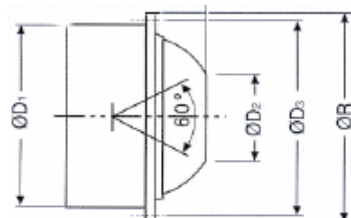
El cálculo de las bocas de extracción se realiza para unas condiciones menos rigurosas, como son 1'8 m/s de velocidad en cuello, con una pérdida de carga no superior a 5 mm.c.d.a.

- Nave: Dadas las características de la nave y sus grandes dimensiones, la difusión del aire se realiza por medio de toberas de largo alcance.

Se considerara unos alcances verticales y horizontales suficientes para homogeneizar el aire a lo largo de toda la extensión de la nave. Además, el fabricante determina un parámetro, que es el ángulo de la vena de aire, para que la difusión del aire sea eficaz, en condiciones tanto de frío como de calor.

Todo lo anterior se puede observar en la ficha técnica de las toberas:

TROX® TECHNIK	
DATOS TÉCNICOS TOBERAS SERIE DUE	
D A T O S  P A R T I D A	Caudal total a impulsar: 36.750 m <sup>3</sup> /h - 10.208 l/s
	Numero lados de impulsión: 1
	Caudal a impulsar por lado: 36.750 m <sup>3</sup> /h - 5.104 l/s
	Refrigeración: Temperatura ambiente: 24 °C Dif. temperaturas impulsión-ambiente: 10 °C
	Calefacción: Temperatura ambiente: 20 °C Dif. temperaturas impulsión-ambiente: 10 °C
	Tipo de impulsión: Por un lado Conducto - Pared
	Altura tobera - suelo: 11,0 m
M O D E L O - D I M E N S I O N	Altura zona de ocupación: 1,7 m
	Distancia tobera - pared: 30,0 m
	Modelo tobera: DUE-S-LB
	Tamaño: 400
	Numero toberas a instalar por lado de impulsión: 19
	Numero total de toberas a instalar: 19
	Caudal a impulsar por tobera: 1.934 m <sup>3</sup> /h - 537 l/s
D A T O S  T É C N I C O S	Dimensión total exterior (R): 526 mm
	Dimensión de cuello (ØD <sub>1</sub> ): 474 mm
	Dimensión boca salida de aire (ØD <sub>2</sub> ): 235 mm
	Dimensión de hueco (φ): 482 mm
	φ Máximo / Mínimo conducto circular: ----- - -----
	Desviación de la vena: Refrigeración: -2,59 m - Calefacción: 2,63 m
	Vel. teórica vena en su encuentro pared-cristal: 0,72 m/s - Cociente de temperaturas: 0,036
	Coefficiente de corrección por ser la distancia entre toberas ≤ 0,15 x Alcance: 1,4
	Veloc. real vena en su encuentro pared-cristal: 1,01 m/s
	Cociente de temperaturas: 0,051 Temperaturas: Refrigeración: 23,5 °C Calefacción: 20,5 °C
O B S E R V A C I O N	Caída de la vena hasta la zona de confort (H <sub>1</sub> ): 2,0 m
	Velocidad de la vena en zona de confort (V <sub>H1</sub> -V <sub>L</sub> ): 0,24 m/s
	Cociente de temperaturas: 0,034 Temperaturas: Refrigeración: 23,7 °C Calefacción: 20,3 °C
	Inducción: 38
	Perdida de carga: 127 Pa
	Nivel potencia sonora: 47 dB(A) - 42 NC
	Angulo de impulsión: Refrigeración: 9,0 ° - Calefacción: 18,0 ° Medio: 13,5 °
Observaciones: La velocidad esta definida a 50 mm de la pared o cristal	



## 4.10 Cálculo vasos de expansión

### 4.10.1 Introducción teórica

Un vaso de expansión es un elemento utilizado para absorber el aumento de volumen que se produce al expandirse, por calentamiento, el fluido que contiene el circuito.

Para el cálculo del volumen del vaso de expansión necesitamos conocer el volumen total de agua que se va a tener en la instalación.

Para ello analizaremos las tuberías existentes y el agua que contienen. También se tendrá en cuenta los equipos y la cantidad de agua que se aloja en ellos.

Una vez que se sepa el volumen total de cada instalación, se pasará a la realización de los cálculos. Se va a distinguir entre zona de nave y zona de oficinas. Para cada una de ellas se analiza el contenido de agua fría y el de agua caliente.

Veamos cómo se realizan los cálculos:

- Refrigeración

$$V_a = V_i \times \text{Coeficiente de dilatación}$$

Donde:

$V_a$ : Es el volumen a absorber

$V_i$ : Es el volumen de la instalación, es la suma de toda el agua que hay en las tuberías y en los equipos.

$$C_u = (P_f - P_i) / P_f$$

Donde:

-  $C_u$ : Coeficiente de uso

-  $P_f$  = Presión absoluta máxima trabajo = Presión máxima + Presión atmosférica

-  $P_i$  = Presión absoluta = Altura manométrica de la instalación + Presión atmosférica

Con todo lo anterior se calcula el volumen del vaso de la siguiente forma:

$$\text{Volumen vaso } (V_v) = V_a / C_u$$

Para refrigeración el coeficiente de dilatación es del 1.5 % mientras que para calefacción es del 4 %. Estos valores se obtienen teniendo en cuenta los saltos de temperatura en los circuitos de frío y calor. 20 y 80 °C respectivamente.

### 4.10.2 Cálculos

Con lo explicado anteriormente se obtiene el volumen de la instalación necesario en cada una de las zonas del proyecto y se realiza el cálculo del volumen de vaso. A continuación se presentan las tablas con los resultados obtenidos:

#### - NAVE:

#### CONTENIDO DE AGUA DE LA INSTALACION - FRIO NAVE

	Litros/m.l.	m.l.	Total
TUBERIA 3/8"	0,070	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1/2"	0,130	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 3/4"	0,290	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1"	0,510	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1 1/4"	0,790	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1 1/2"	1,140	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 2"	2,030	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 2 1/2"	3,170	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 3"	4,560	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 4"	8,110	314,0	2.546,54 Litros
TUBERIA 5"	12,670	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 6"	18,240	126,0	2.298,24 Litros
TUBERIA 8"	32,430	100,0	3.243,00 Litros
TUBERIA 10"	50,670	86,0	4.357,62 Litros
<b>TOTAL TUBERIAS:</b>			<b>12.445,40 Litros</b>

	Litros/Ud.	Uds.	Total
ENFRIADORAS	100,00	3,0	300,00 Litros
DEP. TAMPON	1.000,00	1,0	1.000,00 Litros
CLIMATIZAD.	20,00	16,0	320,00 Litros
<b>TOTAL EQUIPOS:</b>			<b>1.620,00 Litros</b>

SUBTOTAL INSTALACION:	14.065,40 Litros
Coef. Seguridad 5%:	703,27 Litros
<b><u>TOTAL VOLUMEN INSTALACION:</u></b>	<b><u>14.768,67 Litros</u></b>

### - CALCULO VASO EXPANSION – FRIO NAVE

Volumen a absorber (Va) = Vol.Inst.xCoef.Dilatación (1'50%)

$$Va = 14.769 \times 0'015 = 147,69 \text{ litros}$$

Coef uso (Cu) = (Pf - Pi) / Pf

$$Cu = (3+1) - (0'5+1) / (3+1) = 0,63$$

Volumen vaso (Vv) = Va / Cu

$$Vv = 147'69 / 0'63$$

**VOLUMEN VASO EXPANSION: 250 Litros**

### CONTENIDO DE AGUA DE LA INSTALACION - CALOR NAVE

	Litros/m.l.	m.l.	Total
TUBERIA 3/8"	0,070	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1/2"	0,130	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 3/4"	0,290	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1"	0,510	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1 1/4"	0,790	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1 1/2"	1,140	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 2"	2,030	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 2 1/2"	3,170	310,0	982,70 Litros
TUBERIA 3"	4,560	74,0	337,44 Litros
TUBERIA 4"	8,110	86,0	697,46 Litros
TUBERIA 5"	12,670	46,0	582,82 Litros
TUBERIA 6"	18,240	129,0	2.352,96 Litros
<b>TOTAL TUBERIAS:</b>			<b>4.953,38 Litros</b>

	Litros/Ud.	Uds.	Total
ENFRIADORAS	75,00	3,0	225,00 Litros
DEP. TAMPON	2.000,00	1,0	2.000,00 Litros
CLIMATIZAD.	15,00	16,0	240,00 Litros
<b>TOTAL EQUIPOS:</b>			<b>2.465,00 Litros</b>

SUBTOTAL INSTALACION:	7.418,38 Litros
Coef. Seguridad 5%:	370,92 Litros
<b>TOTAL VOLUMEN INSTALACION:</b>	<b>7.789,30 Litros</b>

### CALCULO VASO EXPANSION - CALOR NAVE

Volumen a absorber (Va) = Vol.Inst.xCoef.Dilatación (4%)

$$Va = 7.790 \times 0'04 = 311,57 \text{ litros}$$

Coef uso (Cu) = (Pf - Pi) / Pf

$$Cu = (3+1) - (0'5+1) / (3+1) = 0,63$$

Volumen vaso (Vv) = Va / Cu

$$Vv = 311,57 / 0'63$$

**VOLUMEN VASO EXPANSION: 500 Litros**

### - OFICINAS

#### CONTENIDO DE AGUA DE LA INSTALACION - FRIO OFICINAS

	Litros/m.l.	m.l.	Total
TUBERIA 3/8"	0,070	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1/2"	0,130	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 3/4"	0,290	276,0	80,04 Litros
TUBERIA 1"	0,510	216,0	110,16 Litros
TUBERIA 1 1/4"	0,790	353,0	278,87 Litros
TUBERIA 1 1/2"	1,140	41,0	46,74 Litros
TUBERIA 2"	2,030	119,0	241,57 Litros
TUBERIA 2 1/2"	3,170	144,0	456,48 Litros
TUBERIA 3"	4,560	163,0	743,28 Litros
TUBERIA 4"	8,110	34,0	275,74 Litros
TUBERIA 5"	12,670	61,0	772,87 Litros
TUBERIA 6"	18,240	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 8"	32,430	99,0	3.210,57 Litros
<b>TOTAL</b>			
<b>TUBERIAS:</b>			<b>6.216,32 Litros</b>

	Litros/Ud.	Uds.	Total
ENFRIADORAS	75,00	3,0	225,00 Litros
DEP. TAMPON	1.000,00	1,0	1.000,00 Litros
FAN-COILS	10,00	53,0	530,00 Litros
<b>TOTAL</b>			
<b>EQUIPOS:</b>			<b>1.755,00 Litros</b>
<b>SUBTOTAL INSTALACION:</b>			<b>7.971,32 Litros</b>

Coef. Seguridad 3%:	239,14 Litros
<b>TOTAL VOLUMEN INSTALACION:</b>	<b>8.210,46 Litros</b>

### CALCULO VASO EXPANSION - FRIO OFICINAS

Volumen a absorber (Va) = Vol.Inst.xCoef.Dilatación (1'50%)

$$Va = 8.211 \times 0'015 = 123,16 \text{ litros}$$

Coef uso (Cu) = (Pf - Pi) / Pf

$$Cu = (3+1) - (0'5+1) / (3+1) = 0,63$$

Volumen vaso (Vv) = Va / Cu

$$Vv = 123,16 / 0'63$$

**VOLUMEN VASO EXPANSION: 200 Litros**

### CONTENIDO DE AGUA DE LA INSTALACION - CALOR OFICINAS

	Litros/m.l.	m.l.	Total
TUBERIA 3/8"	0,070	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 1/2"	0,130	253,0	32,89 Litros
TUBERIA 3/4"	0,290	273,0	79,17 Litros
TUBERIA 1"	0,510	256,0	130,56 Litros
TUBERIA 1 1/4"	0,790	81,0	63,99 Litros
TUBERIA 1 1/2"	1,140	18,0	20,52 Litros
TUBERIA 2"	2,030	182,0	369,46 Litros
TUBERIA 2 1/2"	3,170	12,0	38,04 Litros
TUBERIA 3"	4,560	29,0	132,24 Litros
TUBERIA 4"	8,110	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 5"	12,670	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 6"	18,240	0,0	0,00 Litros
TUBERIA 8"	32,430	0,0	0,00 Litros
<b>TOTAL TUBERIAS:</b>			<b>866,87 Litros</b>

	Litros/Ud.	Uds.	Total
ENFRIADORAS	75,00	3,0	225,00 Litros
DEP. TAMPON	1.000,00	1,0	1.000,00 Litros
FAN-COILS	7,50	53,0	397,50 Litros
<b>TOTAL EQUIPOS:</b>			<b>1.622,50 Litros</b>



SUBTOTAL INSTALACION:	2.489,37 Litros
Coef. Seguridad 3%:	74,68 Litros
<b>TOTAL VOLUMEN INSTALACION:</b>	<b>2.564,05 Litros</b>

#### CALCULO VASO EXPANSION – CALOR OFICINAS

Volumen a absorber (Va) = Vol.Inst.xCoef.Dilatación (4%)

$$Va = 2.565 \times 0'04 = 102,56 \text{ litros}$$

Coef uso (Cu) = (Pf - Pi) / Pf

$$Cu = (3+1) - (0'5+1) / (3+1) = 0,63$$

Volumen vaso (Vv) = Va / Cu

$$Vv = 102,56 / 0'63$$

**VOLUMEN VASO EXPANSION: 200 Litros**

**TITULO DEL PROYECTO:**

**CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE  
DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS**

**Pamplona, 18 de Octubre de 2012**

**Firmado: Pablo Irañeta de la Muela**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Titulo del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

PLANOS

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento N° 3: PLANOS

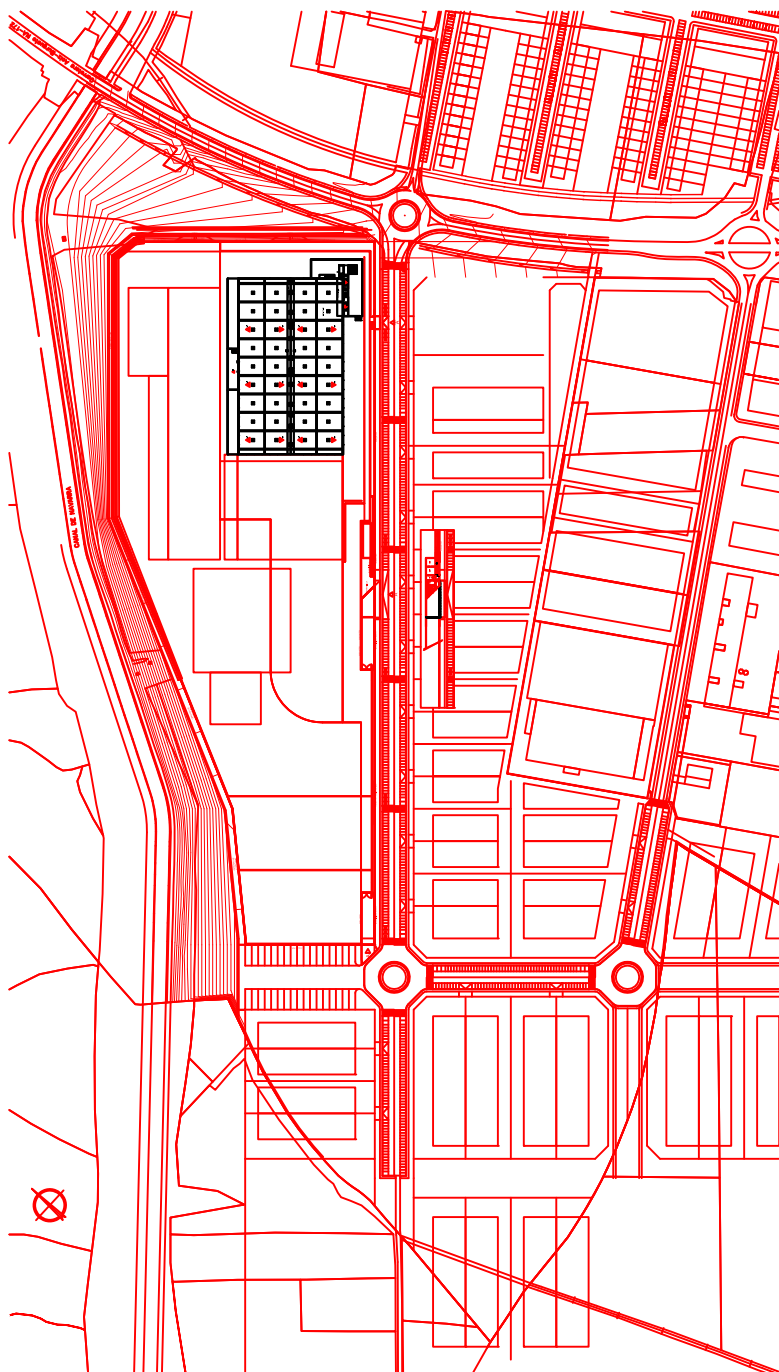
### ÍNDICE


1. Situación
2. Planta primera
3. Planta cubierta 1
4. Planta cubierta 2
5. Alzados generales
6. Secciones generales
7. Distribución
8. Esquema principio nave
9. Esquema principio oficinas
10. Esquemas conductos planta baja oficinas
11. Red de tuberías planta baja oficinas
12. Esquemas conductos planta primera oficinas
13. Red de tuberías planta primera oficinas
14. Esquema conductos interior nave
15. Detalle modulo interior nave
16. Red de tuberías interior nave
17. Red de tuberías cubierta nave
18. Detalle climatizadoras cubierta nave
19. Detalle conductos sección nave
20. Sala calderas nave
21. Equipos en sala calderas nave
22. Enfriadoras y electrobombas circuito frio de nave
23. Implantación de equipos y A.C.S solar en planta cubierta

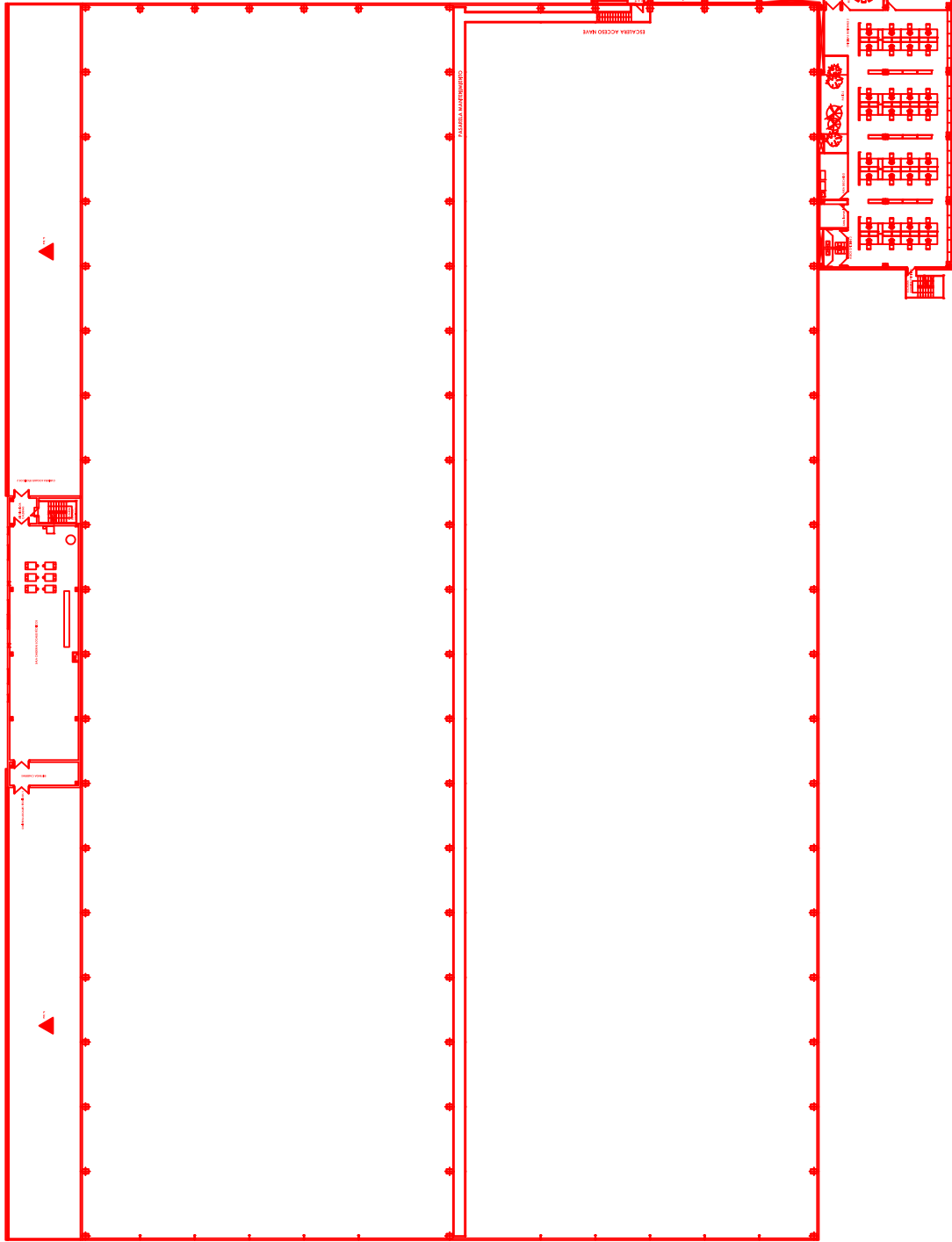
#### Nota:


Los planos realizados para el proyecto son aquellos que tienen relación con la climatización del edificio. Los planos con las secciones y alzados generales provienen de la empresa encargada de la construcción del edificio.

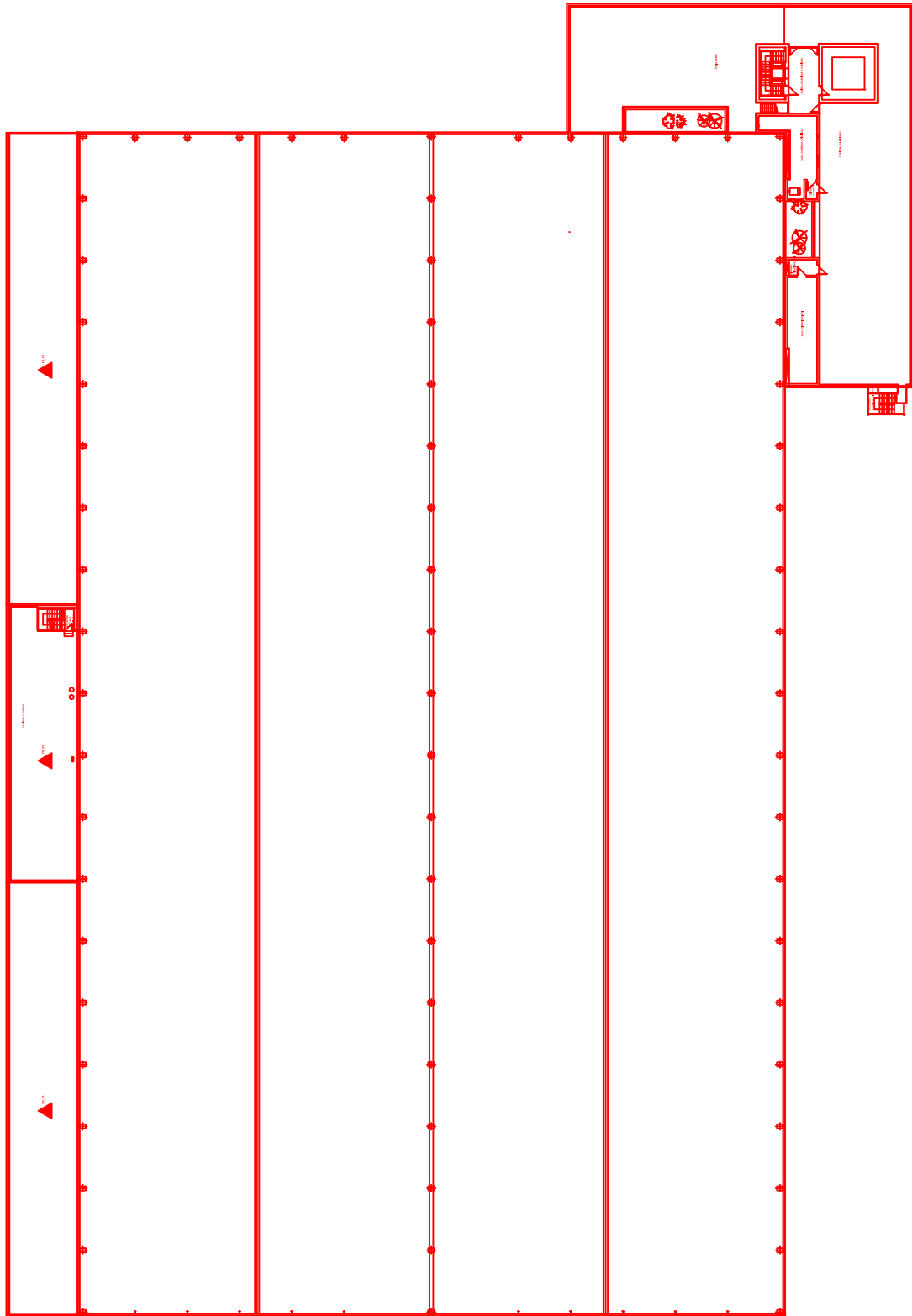
En definitiva de la lista enumerada anteriormente, salvo los planos 5 y 6, el resto ha sido realizados exclusivamente para el proyecto.




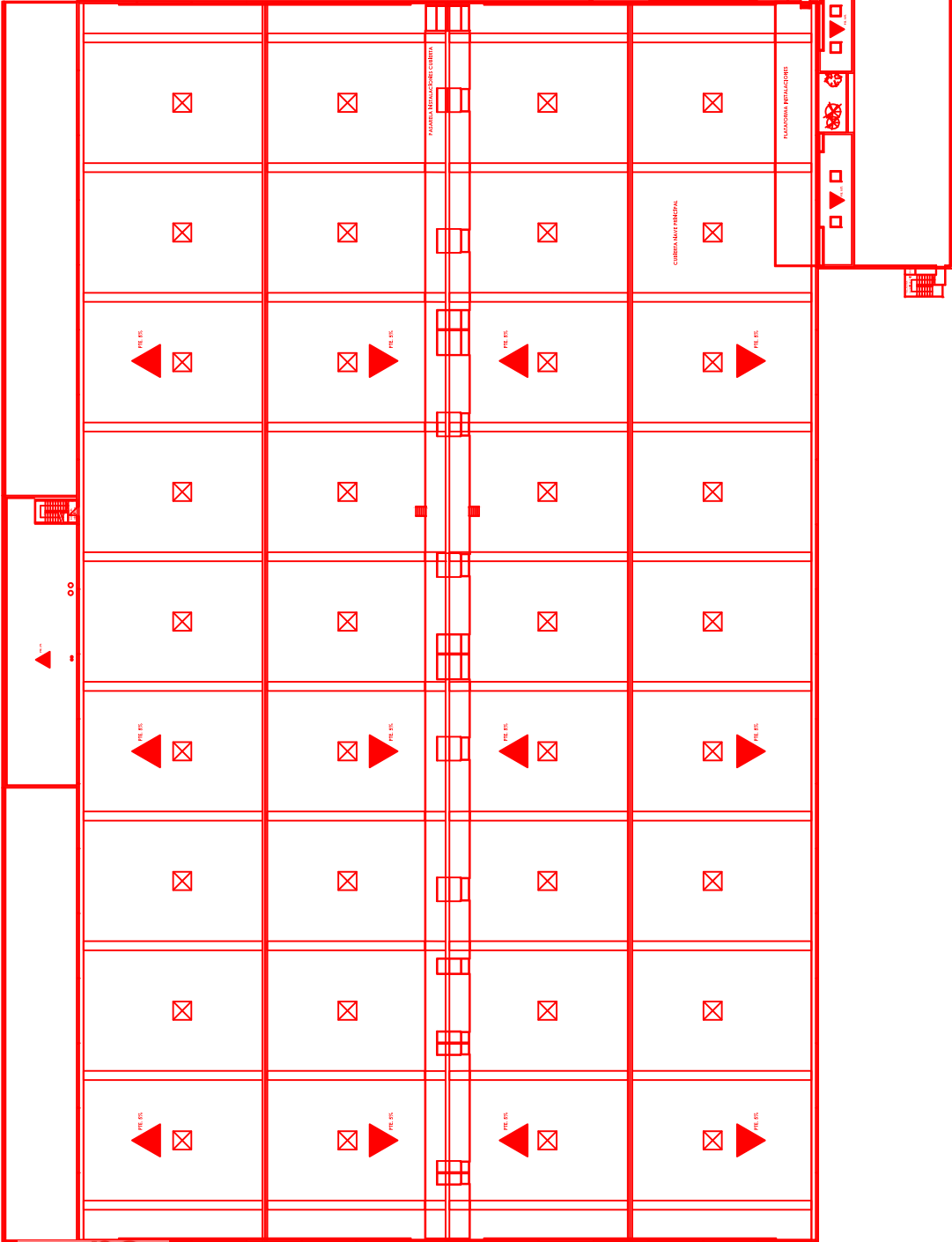
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitatea Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		REALIZADO: PABLO DE LA MUELA, PABLO
	PLANO: SITUACION		FIRMA: FECHA: 11/10/2012 Nº PLANO: 1




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO INDUSTRIAL		REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA, PABLO	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		FIRMA:		
PLANO: <b>PLANTA PRIMERA</b>		FECHA: 11/10/2012	ESCALA: 1:500	Nº PLANO: 2

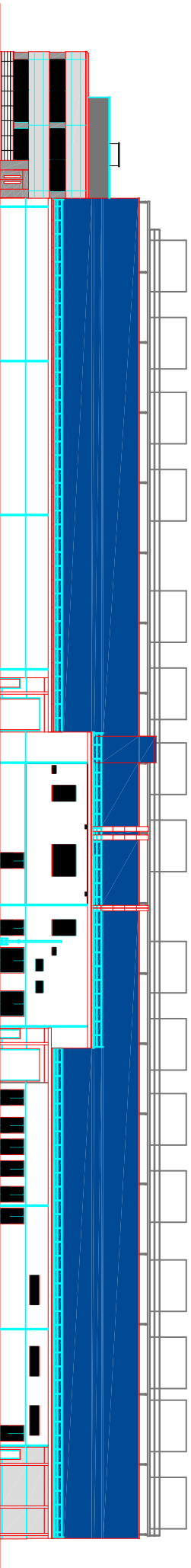


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	REALIZADO: <b>IRAÑETA DE LA MUELA, PABLO</b>	
PROYECTO: <b>CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS</b>		FIRMA:	
PLANO: <b>CUBIERTA 1</b>		FECHA: 11/10/2012	Nº PLANO: 3

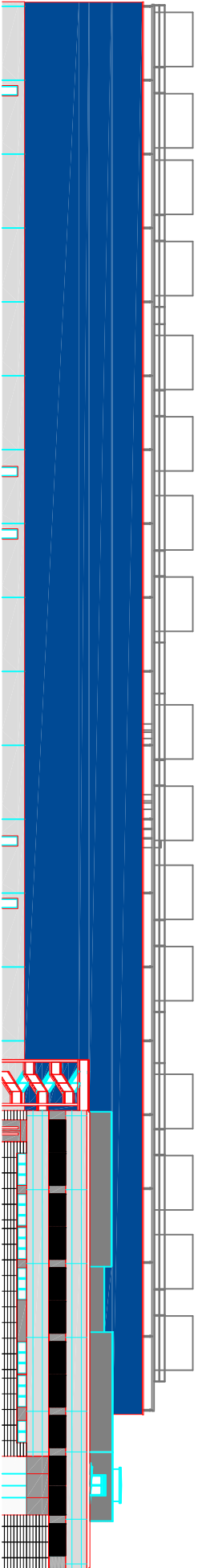


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	<b>INGENIERO INDUSTRIAL</b>	
PROYECTO: <b>CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS</b>		REALIZADO: <b>IRANETA DE LA MUELA, PABLO</b>
		FIRMA:
PLANO: <b>CUBIERTA 2</b>	FECHA: 11/10/2012	
	ESCALA: 1:500	
		Nº PLANO: 4

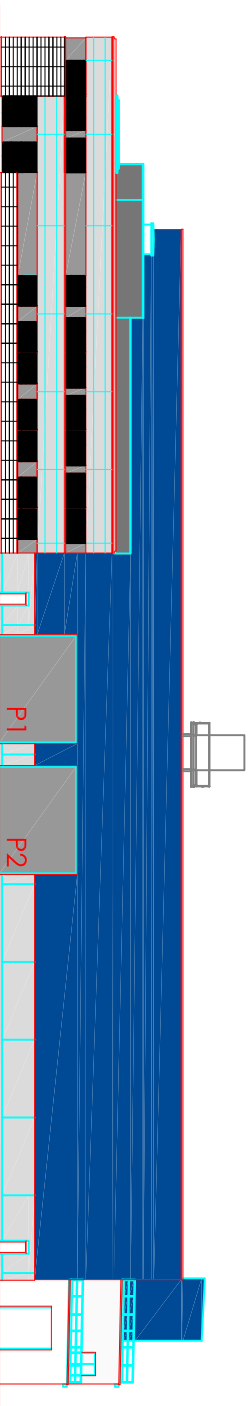




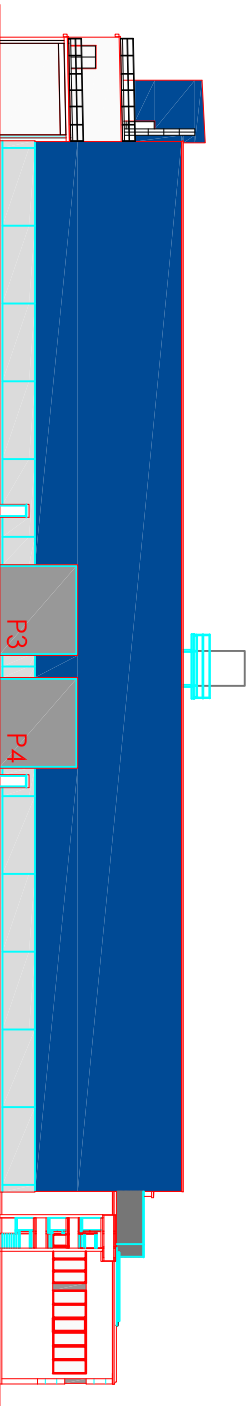
ALZADO NORTE




ALZADO SUR

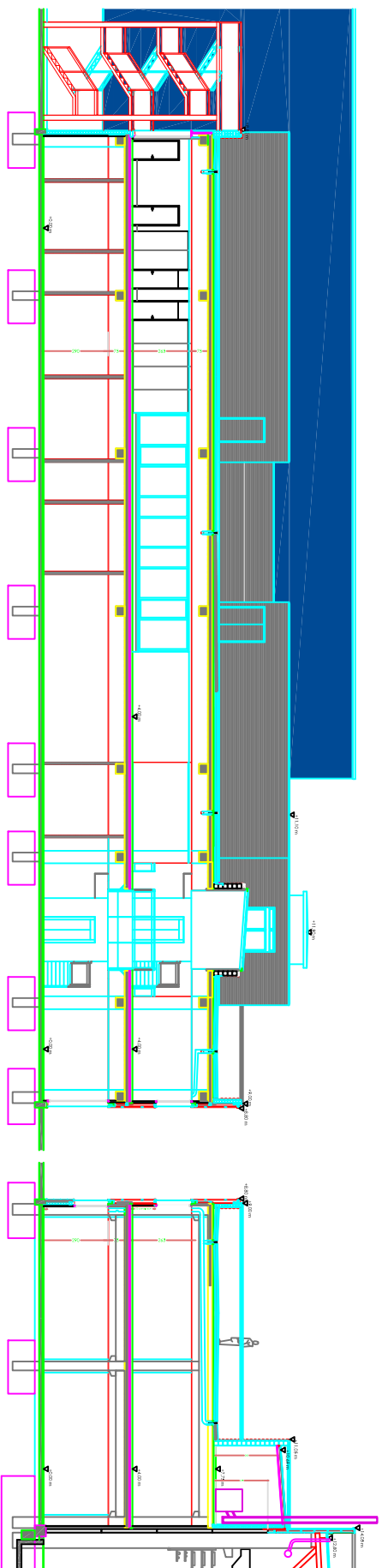


ALZADO ESTE



ALZADO OESTE

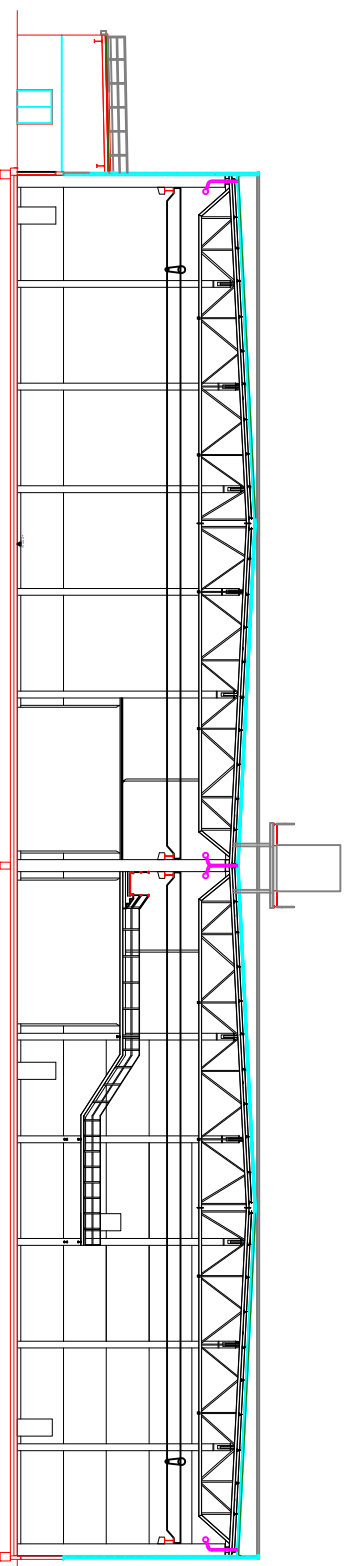
 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		DEPARTAMENTO: PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL	
REALIZADO: IRANETA DE LA AMEIA, PABLO		FIRMAS:	
PLANO: <b>Alzados generales</b>		FECHA: 11/10/2012	ESCALA: 1:200
		Nº PLANO: 5	



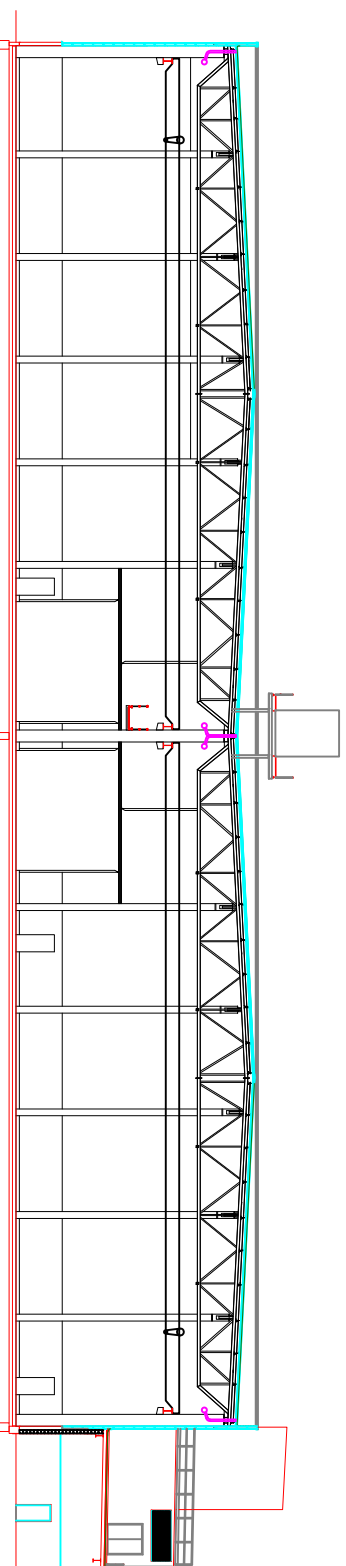
SECCIÓN NAVE 1


SECCIÓN NAVE 2

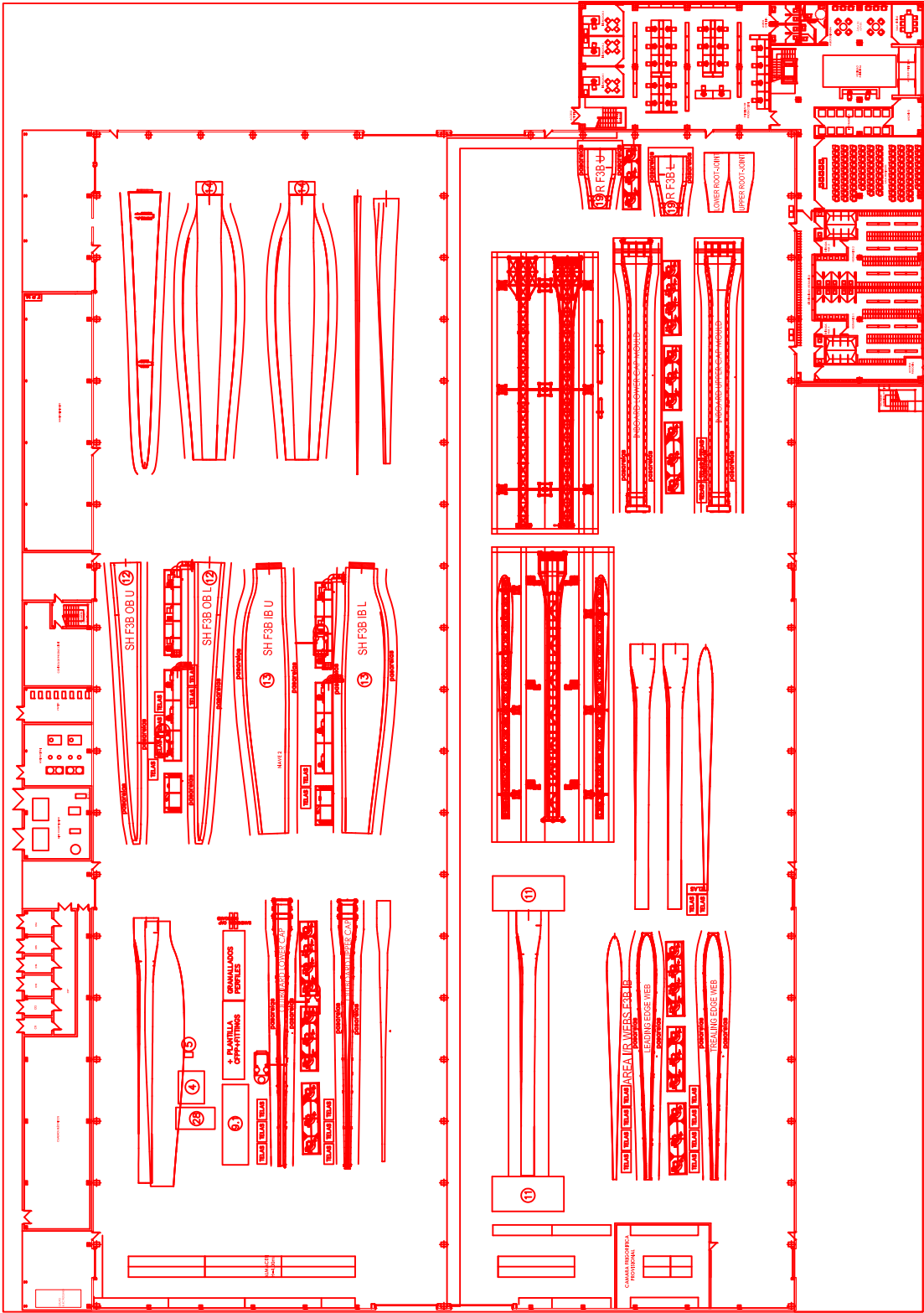
SECCIÓN OFICINAS 1




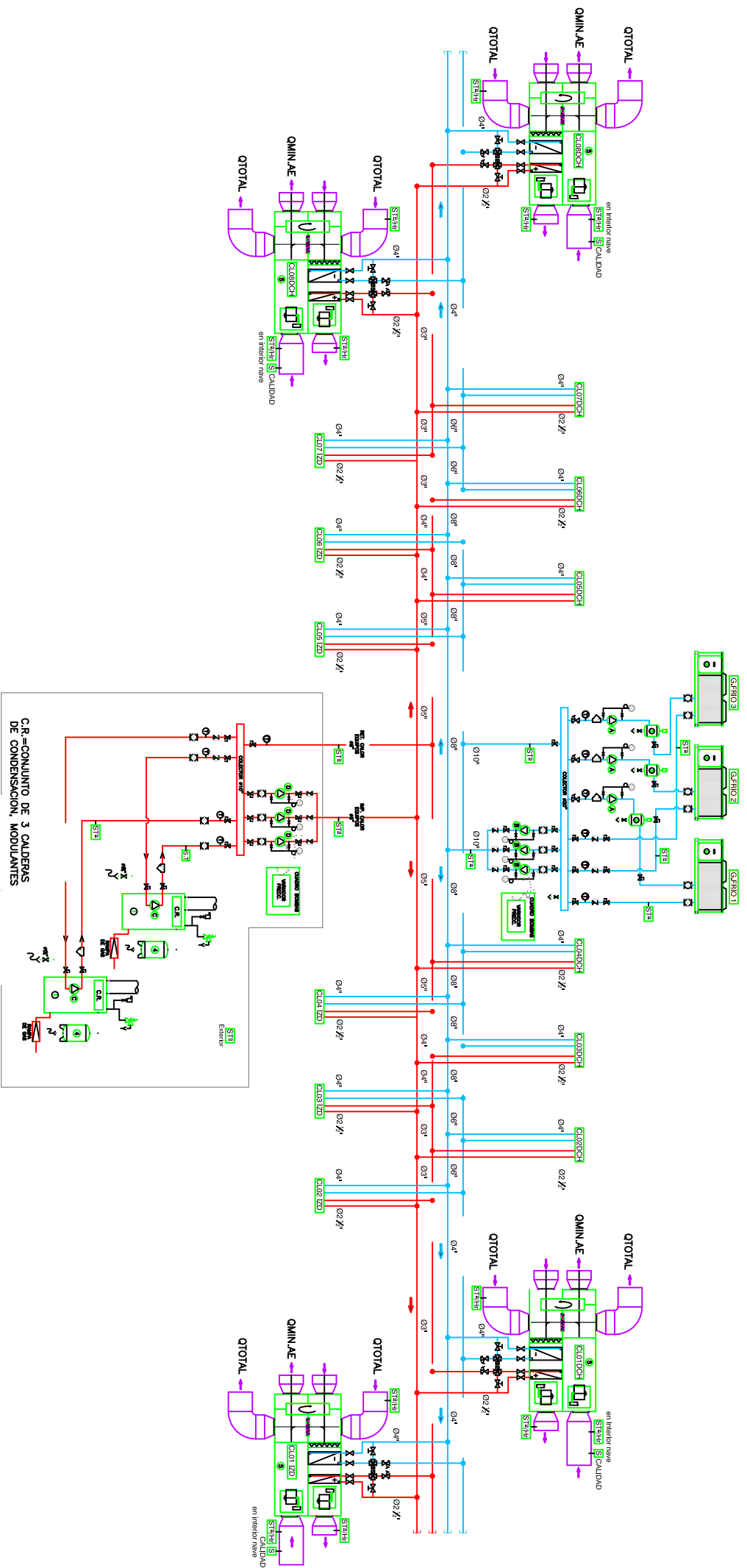
SECCIÓN OFICINAS 2



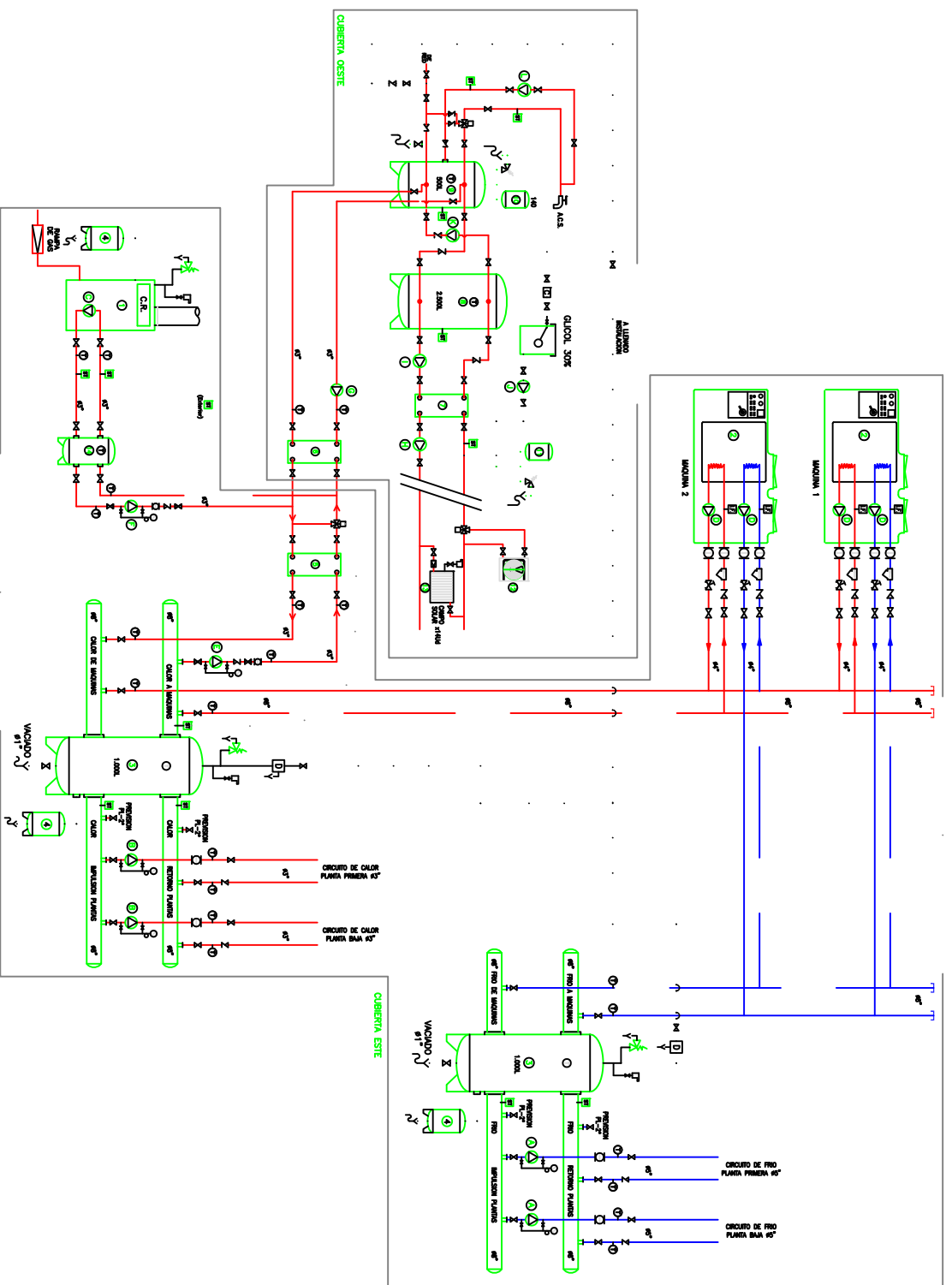
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO</b> <b>INDUSTRIAL</b>	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE</b> <b>PROYECTOS E ING. RURAL</b>	
REALIZADO: <b>IRANETA DE LA AMEIZA, PABLO</b>		FECHA: 11/10/2012	
FIRMAS:		ESCALA: 1:100	
PLANO: <b>Secciones generales</b>		Nº PLANO: 6	




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	INGENIERO INDUSTRIAL		REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA, PABLO	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		FIRMA:		
PLANO: <b>DISTRIBUCION</b>	FECHA: 11/10/2012		ESCALA: 1:500	
			Nº PLANO: 7	



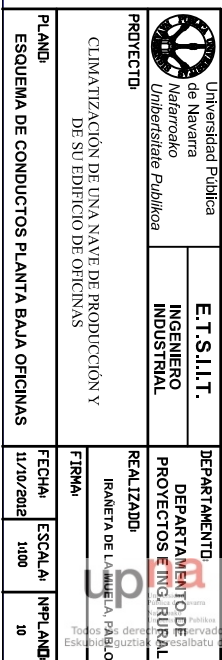
Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL		REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA, PABLO	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		FIRMA:	
PLANI: ESQUEMA PRINCIPIO NAVE		FECHA:	ESCALA:
		11/10/2012	Nº PLANI: 8



<p>  <b>Universidad Pública de Navarra</b>  <b>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</b> </p>		<p> <b>E.T.S.I.I.T.</b>  <b>INGENIERO INDUSTRIAL</b> </p>	
<p> <b>PROYECTO:</b>  <b>CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS</b> </p>		<p> <b>DEPARTAMENTO:</b>  <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b> </p>	
<p> <b>PLANO:</b>  <b>ESQUEMA PRINCIPIO OFICINAS</b> </p>		<p> <b>FECHA:</b>  11/10/2012 </p>	<p> <b>ESCALA:</b>  Nº PLANO: 9 </p>
<p> <b>REALIZADO:</b>  <b>IRANETA DE LA MUELA, PABLO</b> </p>		<p> <b>FIRMA:</b> </p>	

LITURGIA RECONSTRUÍDOES	
352.00	Reconstruindo de altar católico, com altar-moedor de placas 3 componentes de br.-pau. pre-cozido, para 80cm/3,6V.
351.00	Reconstruindo de altar católico, com altar-moedor de placas 3 componentes de br.-pau. pre-cozido, para 1,00m/3,6V.
350.00	Reconstruindo de altar católico, com altar-moedor de placas 3 componentes de br.-pau. pre-cozido, para 2,00m/3,6V.

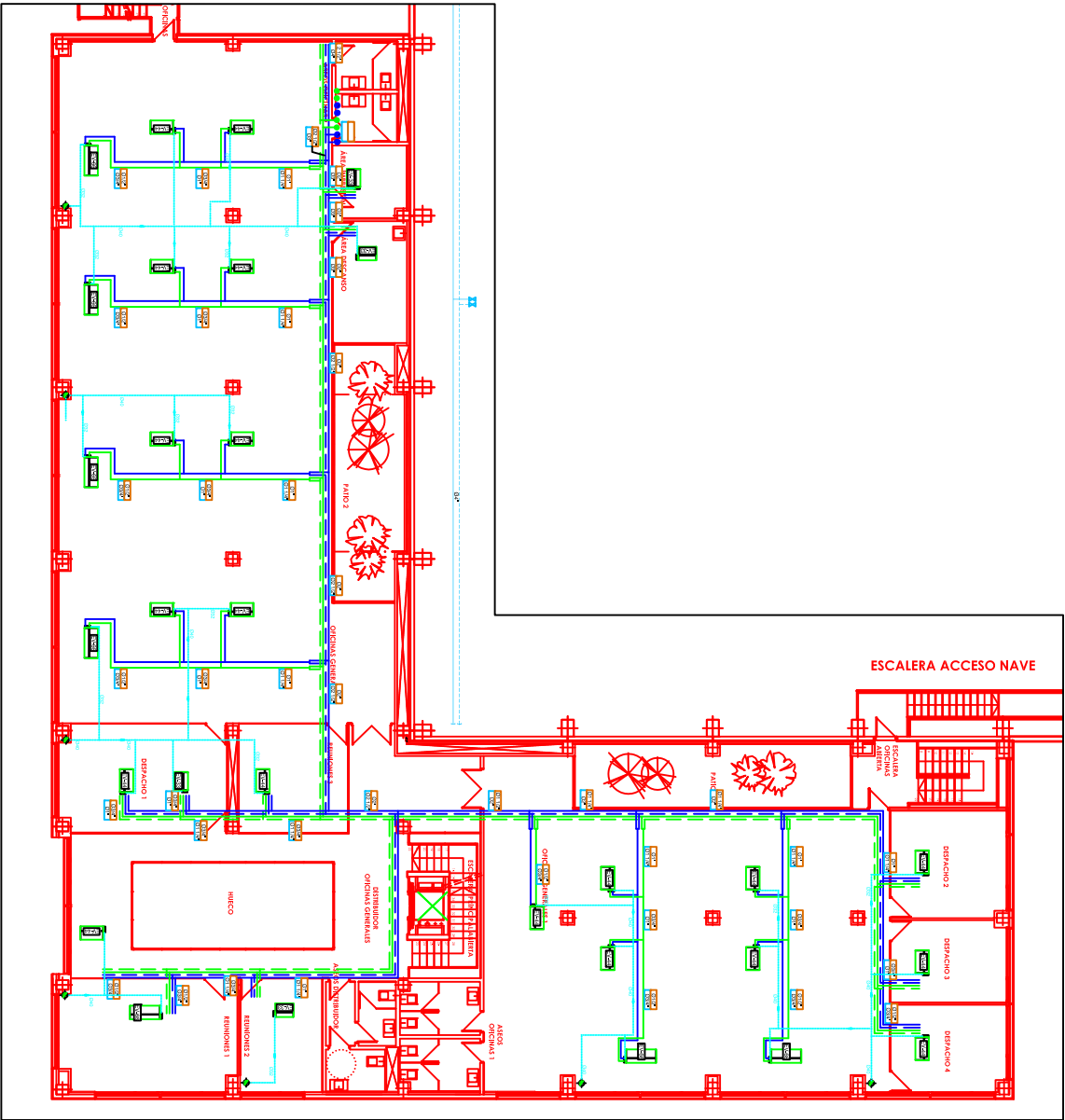
CANALES ZONALES	
40x20	Conducta redondeada en forma de elipse de 25 mm de espesor, con el lado más largo (vertical) de 40 mm y el más corto (horizontal) de 20 mm.
30x20	Conducta de este tipo de sección redondeada en forma de elipse, con el lado más largo (vertical) de 30 mm y el más corto (horizontal) de 20 mm.
30x20	Conducta de este tipo de sección rectangular, con el lado más largo (vertical) de 30 mm y el más corto (horizontal) de 20 mm.
20x20	Conducta cuadrada, el lado de 20 mm de diámetro








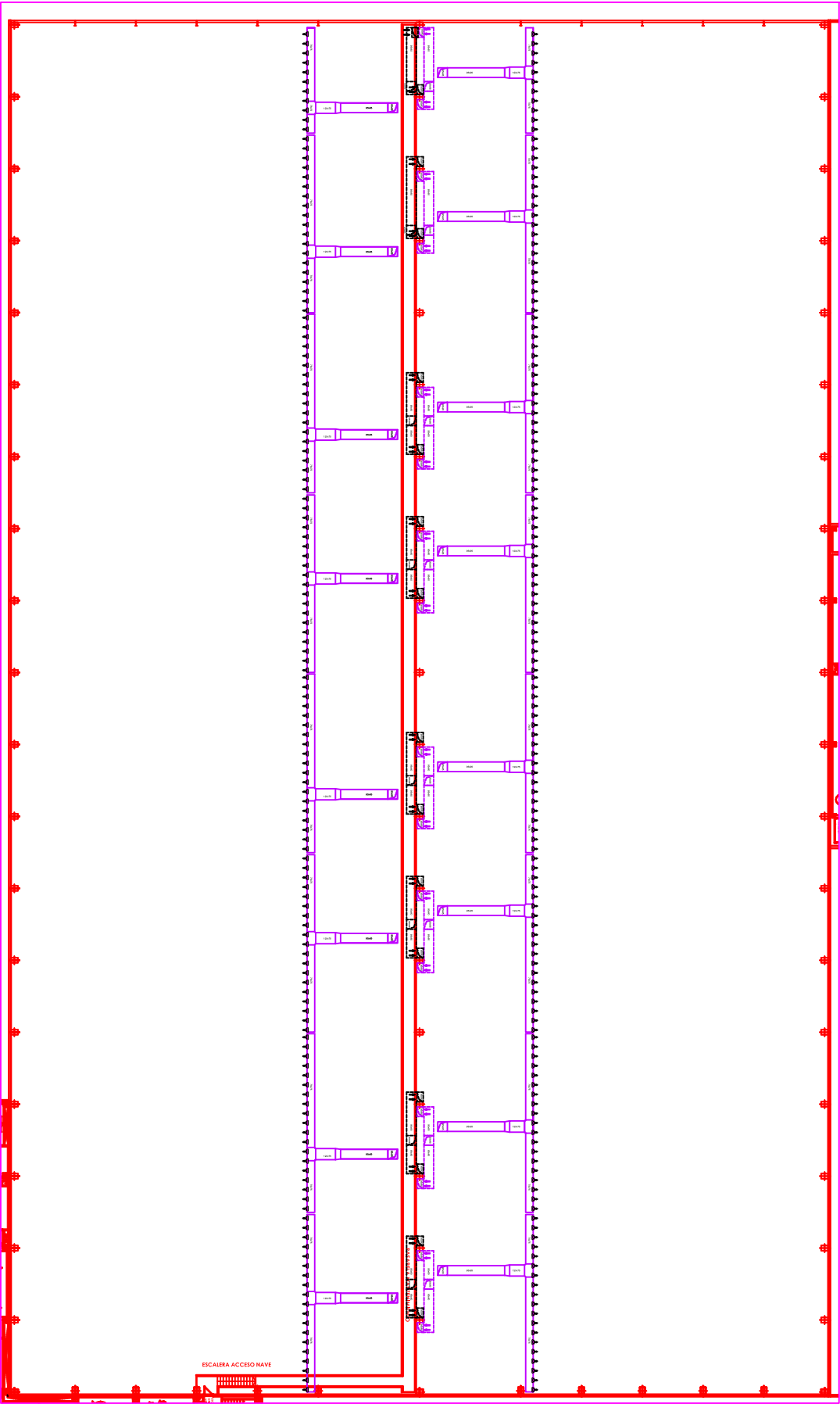




LEYENDA FANCOILS	
EV-33	Fan-coil con doble batería (4 tubos), para encostar en falso techo Marca "ROHSS", serie "YARDY", versión COP, Modelo EV-33.
EV-44	Fan-coil con doble batería (4 tubos), para encostar en falso techo Marca "ROHSS", serie "YARDY", versión COP, Modelo EV-44.
EV-66	Fan-coil con doble batería (4 tubos), para encostar en falso techo Marca "ROHSS", serie "YARDY", versión COP, Modelo EV-66.
ECO1	Equipo de aire acondicionado de refrigeración por AIRE, marca Liebert-HIROSS, serie HPM Constant, modelo S23KA.

TUBERIAS	
02"	Tubo de acero negro según DIN 2448 calidad ST-37, de 2" de diámetro. RED DE CALOR.
02"	Tubo de acero negro según DIN 2448 calidad ST-37, de 2" de diámetro. RED DE FRIO.
02"	Tubo de cobre deshidratado para interconexion frigorifica (liquido-gas) entre unidades
040	Canalización de condensados con tubería de PVC, de 40 mm de diámetro.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS EN ING. RURAL	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		REALIZADO: IRANETA DE LAJUELA, PAO		FIRMA:	
PLANO: RED DE TUBERIAS PLANTA PRIMERA OFICINAS		FECHA: 11/10/2012		ESCALA: 1:100	
				Nº PLANO: 13	



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y  
DE SU EDIFICIO DE OFICINAS

REALIZADO:  
IRANETA DE LA AMEIZA, PAJO

PLANO:

ESQUEMA DE CONDUCTOS INTERIOR NAVE

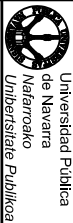
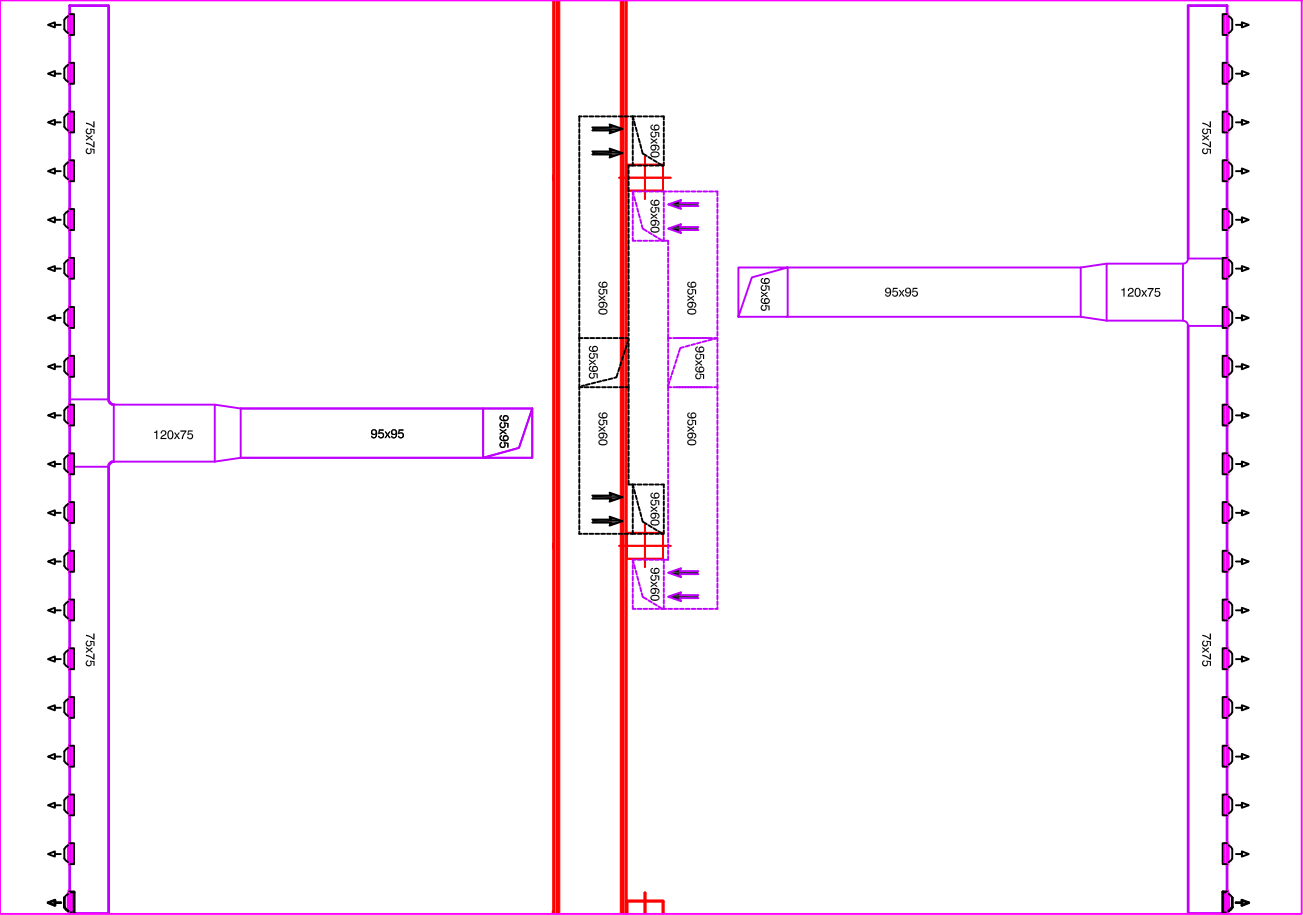
FECHA:

ESCALA:

1:200

14

Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erreserbaturik daude



E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO  
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

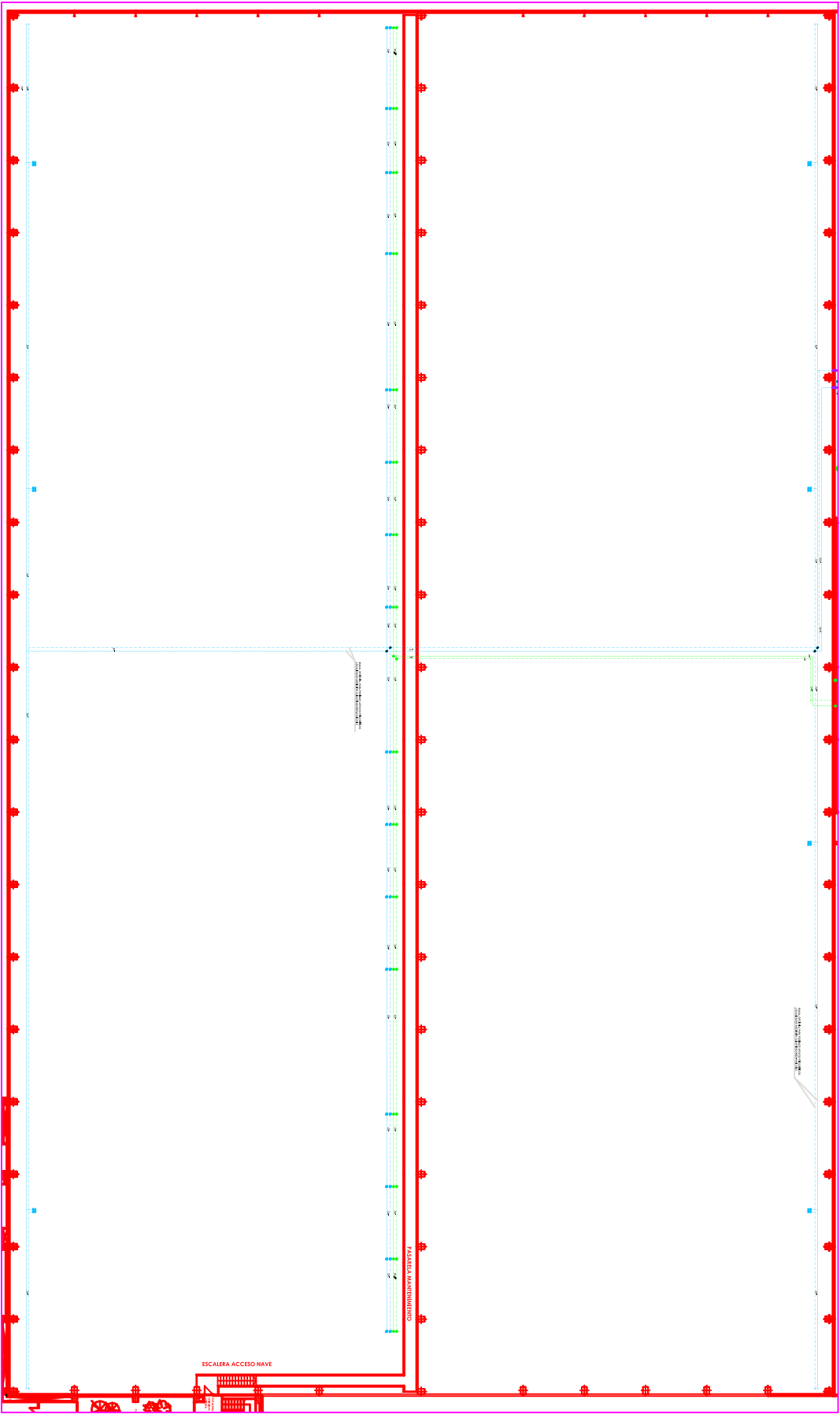
CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y  
DE SU EDIFICIO DE OFICINAS

REALIZADO:  
FIRMA:

PLANO:  
DETALLE MODULO INTERIOR NAVE

FECHA:  
ESCALA:  
Nº PLANO:

11/10/2012  
1:50  
15



Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO  
INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO  
DEPARTAMENTO DE  
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y  
DE SU EDIFICIO DE OFICINAS

REALIZADO:

IRANETA DE LA AMIELA, PAO

FIRMA:

PLANO:

RED DE TUBERIAS INTERIOR NAVE

FECHA:

11/10/2012

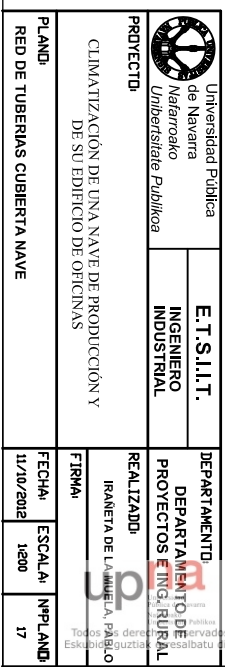
ESCALA:

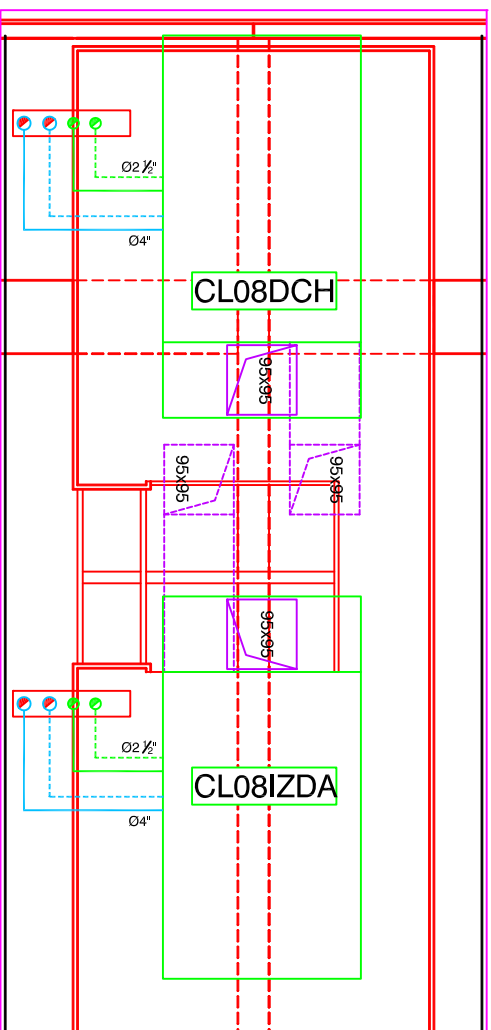
1:600


Nº PLANO:

16

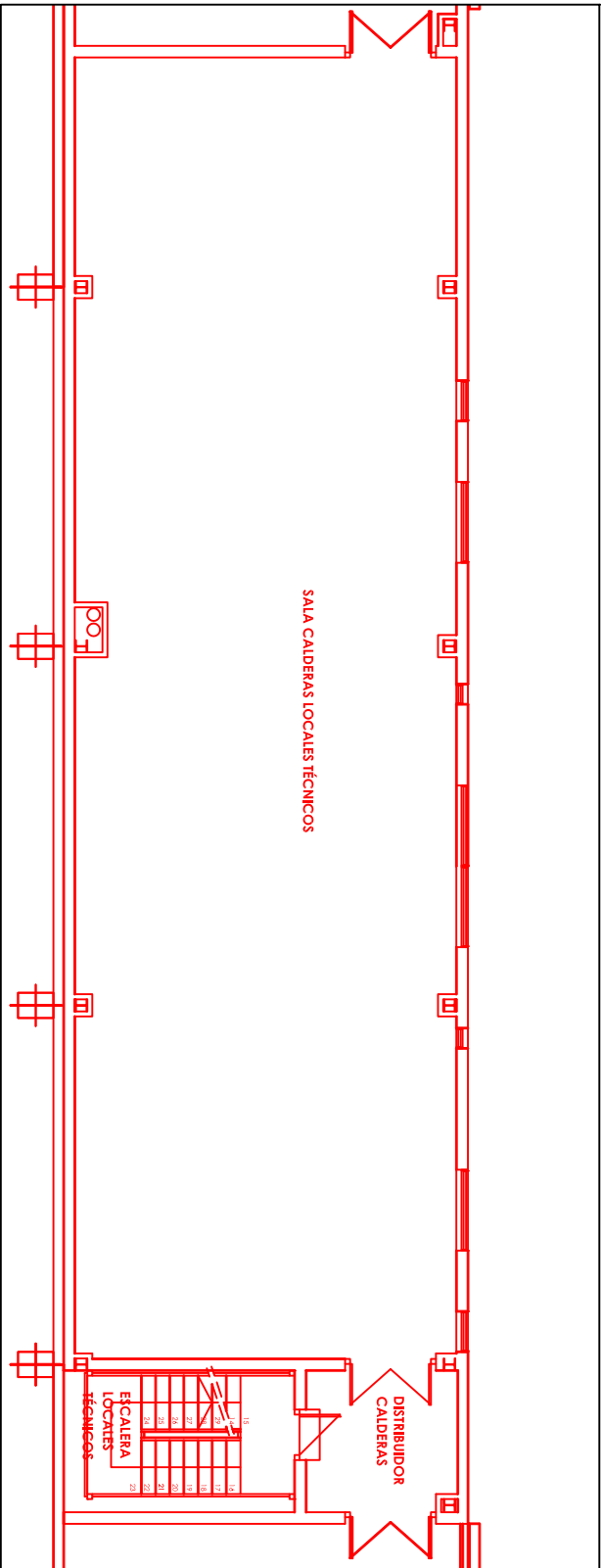
Todos los derechos reservados  
Eskubide guztiak erreserbaturik daude






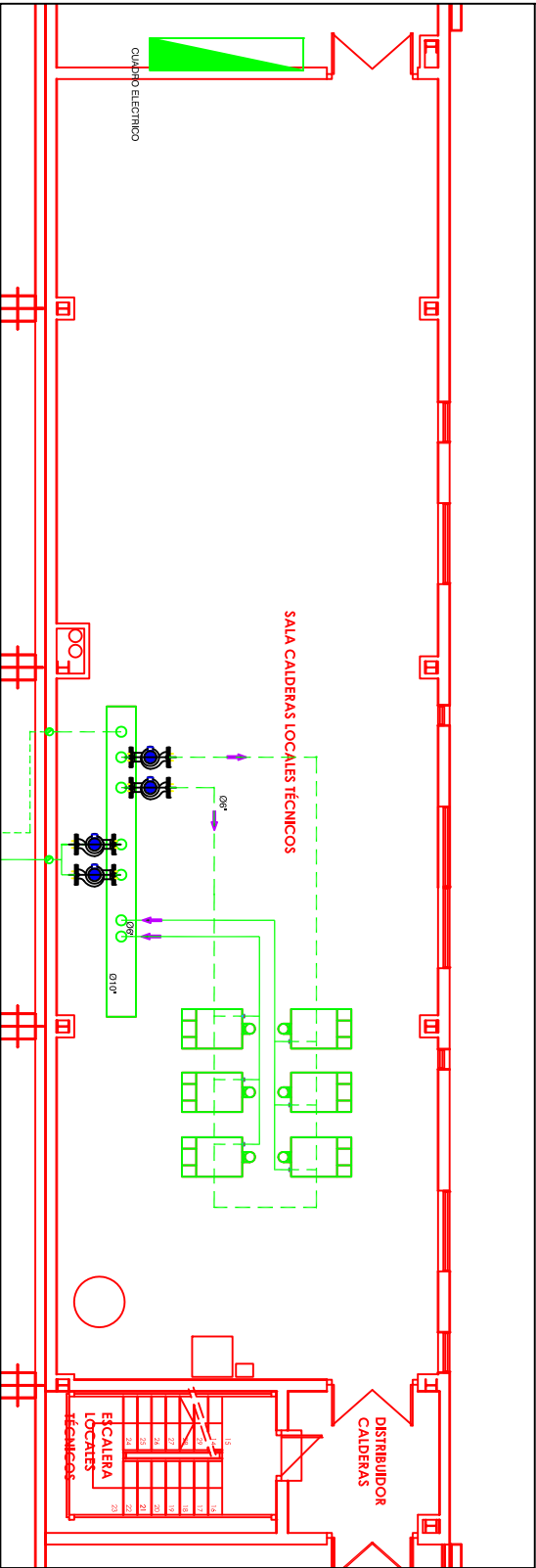
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA, PAZ FIRMA:	
PLANO: DETALLE CLIMATIZADORAS CUBIERTA NAVE		FECHA: 11/10/2012	ESCALA: 1:50	Nº PLANO: 18





 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO INDUSTRIAL	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA, PABLO		FIRMA:	
PLANO: SALA CALDERAS NAVE	FECHA: 11/10/2012	ESCALA: 1:100	INPLANO: 20





Universidad Pública  
de Navarra  
Nafarroako  
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.  
INGENIERO  
INDUSTRIAL

PROYECTO:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y  
DE SU EDIFICIO DE OFICINAS

REALIZADO:

IRANETA DE LA MUELA, PABLO  
FIRMA:

PLANO:

Equipos en sala calderas nave

FECHA:

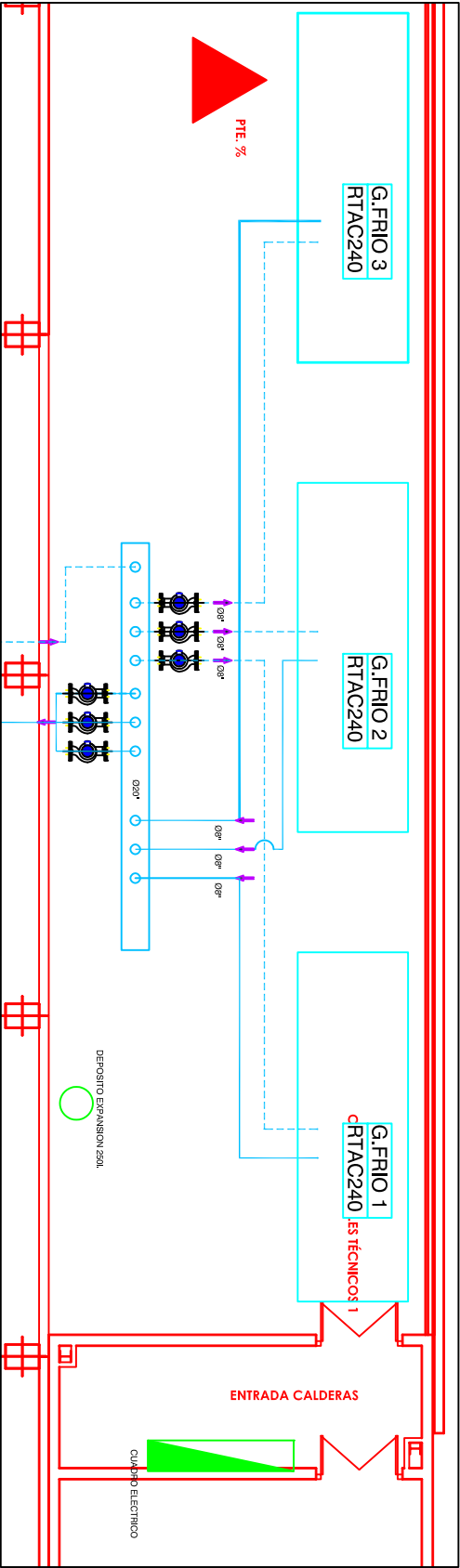
11/10/2012


ESCALA:

1:100

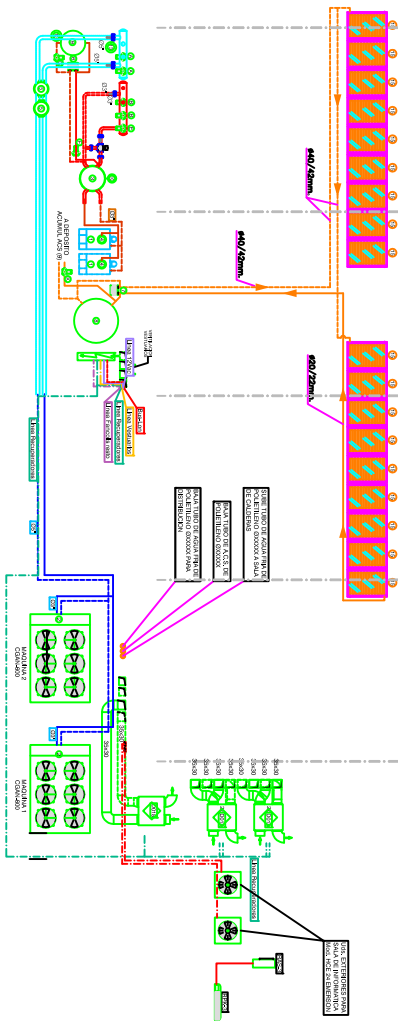
Nº PLANO:

21



 <div>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</div>		<div>E.T.S.I.I.T.</div> <div>INGENIERO INDUSTRIAL</div>	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E INGENIERÍA RURAL	
REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA, PABLO		FECHA: 11/10/2012	
FIRMA:		ESCALA: 1:100	
PLANO: Enfriadoras y electrobombas circuito frío de nave		Nº PLANO: 22	

LEYENDA DE BOMBAS	
④	Bomba de Secuenciación refrigeración "in-line" de rotor seco marca EMVA, modelo EL 50/160-1.1
⑤	Bomba de Secuenciación calefacción "in-line" de rotor seco marca EMVA, modelo EL 50/160-0.75
⑥	Bomba incorporada en coladera de alto rendimiento
⑦	Bomba incorporada en equipo bomba de calor
⑧	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo EL 60-125/0.75. Primeros calor oficina
⑨	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo EL 50-125/0.55. Intercambiador ACS.
⑩	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo SAM 40/145-1-0.20 para carga ACS
⑪	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo SAM 30/145-0.2K para carga ACS
⑫	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo SVE 8-3 0.55 para llenado campo solar
⑬	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo SAM 30/145-0.2K para recirculación solar
⑭	Bomba "in-line" de rotor hilado marca SEDVAL, modelo SVP 25/105-0.25 B para recirculación ACS



LEYENDA CALEFACCION Y ACS	
①	Conjunto de 2 Calderas de alto rendimiento y condensación marca WESHAUPT modelo WTC 60-A H PEA
②	Equipo frigorífico marca TRANE modelo COAH-600
③	Deposito de acumulación agua Caliente de 1.000L. marca SICC modelo 118-218
④	Vaso de expansión marca REFLEX Modelo NG-12/3
⑤	Deposito de acumulación agua Frio de 300L. marca SICC modelo 118-218
⑥	Intercambiador de placas desmontable, marca SEDVAL, modelo UPR-54/L para Primeros ACS
⑦	Intercambiador de placas desmontable, marca SEDVAL, modelo UPR-34/H para radiación Solar
⑧	Deposito para acumulación de ACS, marca LAFESA, model. MY-2500-48 con capacidad para 2.500 l.
⑨	Deposito para acumulación de ACS, marca LAFESA, model. CY-500-R con capacidad para 500 l.
⑩	Vaso de expansión marca REFLEX Modelo N250/6
⑪	Vaso de expansión marca REFLEX Modelo S200
⑫	Vaso de expansión marca REFLEX Modelo DD-33
⑬	Vaso de expansión marca REFLEX Modelo N140/6
⑭	Aerólomo marca GALLEI modelo AEO 32-4/6.
⑮	Panel solar marca WESHAUPT modelo WTS-F1 K3/K4 (4 Termos)

LEYENDA RECUPERADORES	
D08	Recuperador de calor entalpico, con intercambiador de placas y compuerta de by-pass para free-cooling, marca S&P modelo CADB-D08
D018	Recuperador de calor entalpico, con intercambiador de placas y compuerta de by-pass para free-cooling, marca S&P modelo CADB-D18

TUBERIAS	
O2"	Tubo de acero negro electrosoldado según DIN 2440 calidad ST-37, de 2" de diametro. RED DE CALOR.
dn20	Tubo de multicapa PEX/AL/PEX polietileno reticulado de dn20. RED DE CALOR
O2"	Tubo de acero negro electrosoldado según DIN 2440 calidad ST-37, de 2" de diametro. RED DE FRIO.
dn26	Tubo de multicapa PEX/AL/PEX polietileno reticulado de dn26. RED DE FRIO
1/2"-1/4"	Tubo de cobre deshidratado para interconexion frigorifica (liquido-gas) entre unidades
O32	Conjunción de condensados con tubería de PVC, de 32 mm de diametro.

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa		E.T.S.I.I.T. INGENIERO INDUSTRIAL	
PROYECTO: CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS		DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PLANO: IMPLANTACION DE EQUIPOS Y ACS SOLAR EN CUBIERTA		REALIZADO: IRANETA DE LA MUELA PABLO	
FIRMA:		FECHA: 11/10/2012	
ESCALA: 1:100		N° PLANO: 23	

**TITULO DEL PROYECTO:**

**CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE  
DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS**

**Pamplona, 18 de Octubre de 2012**

**Firmado: Pablo Irañeta de la Muela**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

PLIEGO DE CONDICIONES

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES

### ÍNDICE

#### 1. Pliego de cláusulas administrativas

##### 1.1. Disposiciones Generales

- 1.1.1. Disposiciones de carácter general
- 1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares
- 1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

##### 1.2. Disposiciones Facultativas

- 1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación
- 1.2.2. La Dirección Facultativa
- 1.2.3. Visitas facultativas
- 1.2.4. Obligaciones de los agentes intervinientes
- 1.2.5. Documentación final de obra: Libro del Edificio.

##### 1.3. Disposiciones Económicas

- 1.3.1. Definición
- 1.3.2. Contrato de obra
- 1.3.3. Criterio General
- 1.3.4. Fianzas
- 1.3.5. De los precios
- 1.3.6. Obras por administración
- 1.3.7. Valoración y abono de los trabajos
- 1.3.8. Indemnizaciones Mutuas
- 1.3.9. Varios
- 1.3.10. Retenciones en concepto de garantía
- 1.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra
- 1.3.12. Liquidación económica de las obras
- 1.3.13. Liquidación final de la obra

#### 2. Pliego de condiciones técnicas particulares

- 2.1. Prescripciones sobre los materiales
- 2.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra
- 2.3. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

#### 3. Condiciones que han de cumplir los materiales. Condiciones para la ejecución de las unidades de obra

- 3.1. Condiciones de los equipos y materiales
- 3.2. Condiciones para la ejecución de las instalaciones Térmicas
- 3.3. Calefacción

- 3.3.1. De los componentes

- 3.3.2. De la ejecución
- 3.3.3. Medición y abono

#### 3.4. Instalación de climatización

- 3.4.1. De los componentes
- 3.4.2. De la ejecución
- 3.4.3. Medición y abono

#### 3.5. Precauciones a adoptar

### 4. Manual de uso y mantenimiento de la instalación

- 4.1. Introducción
- 4.2. Instalaciones

- 4.2.1. Condiciones para el uso y el mantenimiento de la Instalación
- 4.2.2. Mantenimiento y uso instalaciones térmicas

#### 4.3. Unidades centralizadas de climatización

##### 4.3.1. Uso

- 4.3.1.1. Precauciones
- 4.3.1.2. Prescripciones
- 4.3.1.3. Prohibiciones

##### 4.3.2. Mantenimiento

- 4.3.2.1. Por el usuario
- 4.3.2.2. Por el personal cualificado

#### 4.4. Sistemas de conducción de agua

##### 4.4.1. Uso

- 4.4.1.1. Precauciones
- 4.4.1.2. Prescripciones
- 4.4.1.3. Prohibiciones

##### 4.4.2. Mantenimiento

- 4.4.2.1. Por el usuario
- 4.4.2.2. Por el personal cualificado

#### 4.5. Unidades no autónomas para climatización (fancoils)

##### 4.5.1. Uso

- 4.5.1.1. Precauciones
- 4.5.1.2. Prescripciones

4.5.1.3. Prohibiciones

4.5.2. Mantenimiento

4.5.2.1. Por el usuario

4.5.2.2. Por el personal cualificado

4.6. Sistemas de conducción de aire

4.6.1. Uso

4.6.1.1. Precauciones

4.6.1.2. Prescripciones

4.6.1.3. Prohibiciones

4.6.2. Mantenimiento

4.6.2.1. Por el usuario

4.6.2.2. Por el personal cualificado

5. Condiciones de montaje de los equipos

5.1. Fan-coils de conductos

5.2. Equipos exteriores



Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.

- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.

- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

En el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios (RITE), en el artículo 16 “Proyecto” define la información que debe incluir en el proyecto, en el punto 3, que describimos a continuación.

3. El proyecto describirá la instalación térmica en su totalidad, sus características generales y la forma de ejecución de la misma, con el detalle suficiente para que pueda valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución. En el proyecto se incluirá la siguiente información:

- a) Justificación de que las soluciones propuestas cumplen las exigencias de bienestar térmico e higiene, eficiencia energética y seguridad del RITE y demás normativa aplicable.

- b) Las características técnicas mínimas que deben reunir los equipos y materiales que conforman la instalación proyectada, así como sus condiciones de suministro y ejecución, las garantías de calidad y el control de recepción en obra que deba realizarse;

- c) Las verificaciones y las pruebas que deban efectuarse para realizar el control de la ejecución de la instalación y el control de la instalación terminada;

- d) Las instrucciones de uso y mantenimiento de acuerdo con las características

específicas de la instalación, mediante la elaboración de un «Manual de Uso y Mantenimiento» que contendrá las instrucciones de seguridad, manejo y maniobra, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de la instalación proyectada, de acuerdo con la IT 3.

## **1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.**

### **1.1. Disposiciones Generales.**

#### **1.1.1. Disposiciones de carácter general.**

##### **1.1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones.**

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

##### **1.1.1.2. Contrato de obra.**

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el Director de Obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

##### **1.1.1.3. Documentación del contrato de obra.**

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

Las condiciones fijadas en el contrato de obra

- El presente Pliego de Condiciones
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memoria y presupuestos

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

##### **1.1.1.6. Formalización del Contrato de Obra.**

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.  
El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el Contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El Contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el Contratista.

#### 1.1.1.7. Jurisdicción competente.

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

#### 1.1.1.8. Responsabilidad del Contratista.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### 1.1.1.9. Accidentes de trabajo.

Es de obligado cumplimiento el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud, en virtud del Real Decreto 1627/97, el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista.

#### 1.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el

Promotor o Propiedad, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

#### 1.1.1.11. Anuncios y carteles.

Sin previa autorización del Promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

#### 1.1.1.12. Copia de documentos.

El Contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

#### 1.1.1.13. Suministro de materiales.

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al Contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

#### 1.1.1.14. Hallazgos.

El Promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El Contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del Director de Obra.

El Promotor abonará al Contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

#### 1.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra.

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
  - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del Director de Obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
  - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al Contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- Que el Contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

#### 1.1.1.16. Omisiones: Buena fe.

Las relaciones entre el Promotor y el Contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al Promotor por parte del Contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

### 1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

#### 1.1.2.1. Accesos y vallados.

El Contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el Director de Ejecución de la Obra su modificación o mejora.

#### 1.1.2.2. Replanteo.

El Contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el Director de Obra. Será responsabilidad del Contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

#### 1.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos.

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del Contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

#### 1.1.2.4. Orden de los trabajos.

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

#### 1.1.2.5. Facilidades para otros contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### 1.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la Dirección de Ejecución de la Obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### 1.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto.

El Contratista podrá requerir del Director de Obra o del Director de Ejecución de la Obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al Contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del Director de Ejecución de la Obra, como del Director de Obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

#### 1.1.2.8. Prorroga por causa de fuerza mayor.

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### 1.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.



#### 1.1.2.10. Trabajos defectuosos.

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del Contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra, quien mediará para resolverla.

#### 1.1.2.11. Vicios ocultos.

El Contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente L.O.E., aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra.

El Contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el Director de Obra y/o el Director del Ejecución de Obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

#### 1.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos.

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.



Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el Contratista deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### 1.1.2.13. Presentación de muestras.

A petición del Director de Obra, el Contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

#### 1.1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos.

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el Director de Obra, a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará la orden al Contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el Contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor o Propiedad a cuenta de Contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### 1.1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del Contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del Contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el Director de Obra considere necesarios.

#### 1.1.2.16. Limpieza de las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### 1.1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas.

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

#### 1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas.

##### 1.1.3.1. Consideraciones de carácter general.

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al Promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el Promotor y el Contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Director de Obra y el Director de la Ejecución de la Obra.

El Promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecuaba a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la L.O.E., y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

#### 1.1.3.2. Recepción provisional.

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el Director de Ejecución de la Obra al Promotor o Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Contratista, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al Contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 1.1.3.3. Documentación final de la obra.

El Director de Ejecución de la Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al Promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente.

#### 1.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra.

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por el Promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### 1.1.3.5. Plazo de garantía.

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier

caso, nunca deberá ser inferior a seis meses

#### 1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo de la Propiedad y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

#### 1.1.3.7. Recepción definitiva.

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

#### 1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía.

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

#### 1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.

En caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## 1.2. Disposiciones Facultativas.

### 1.2.1. Definición y atribuciones de los agentes de la edificación.

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la Ley 38/99 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.).

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la L.O.E. y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

#### 1.2.1.1. El Promotor.

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la legislación de contratos de las Administraciones públicas y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la L.O.E.

#### 1.2.1.2. El Projectista.

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en el apartado 2 del artículo 4 de la L.O.E., cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

### 1.2.1.3. El Constructor o Contratista.

Es el agente que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

**CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.**

### 1.2.1.4. El Director de Obra.

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del Director de Obra.

### 1.2.1.5. El Director de la Ejecución de la Obra.

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución con antelación al inicio de las obras, para resolver todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

### 1.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

### 1.2.1.7. Los suministradores de productos.

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

### 1.2.2. La Dirección Facultativa.

En correspondencia con la L.O.E., la Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

### 1.2.3. Visitas facultativas.

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

### 1.2.4. Obligaciones de los agentes intervinientes.

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en los artículos 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, del capítulo III de la L.O.E. y demás legislación aplicable.

#### 1.2.4.1. El Promotor.

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al Director de Obra, al Director de la Ejecución de la Obra y al Contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación



profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Promotor no podrá dar orden de inicio de las obras hasta que el Contratista haya redactado su Plan de Seguridad y, además, éste haya sido aprobado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud en fase de Ejecución de la obra, dejando constancia expresa en el Acta de Aprobación realizada al efecto.

Efectuar el denominado Aviso Previo a la autoridad laboral competente, haciendo constar los datos de la obra, redactándolo de acuerdo a lo especificado en el Anexo III del RD 1627/97. Copia del mismo deberá exponerse en la obra de forma visible, actualizándolo si fuese necesario.

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.



#### 1.2.4.2. El Projectista.

Redactar el proyecto por encargo del Promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al Promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno.

Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción y previo acuerdo con el Promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

#### 1.2.4.3. El Constructor o Contratista.

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del RD 1627/97 de 24 de octubre.

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al proyecto de Ejecución y a la legislación aplicable.

Director de Obra y del Director de la Ejecución Material de la Obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el Director de Ejecución Material de la Obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del Director de la Ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los Directores de Obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en el Artículo 19 de la Ley de Ordenación de la Edificación y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

#### 1.2.4.4. El Director de Obra.

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Órdenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al Promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al Director de la Ejecución de la Obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del Promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al Promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anejará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el Promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo..

Además de todas las facultades que corresponden al Director de Obra,

expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los Directores de Obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al Contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### 1.2.4.5. El Director de la Ejecución de la Obra.

Corresponde al director de obra, según se establece en el Artículo 13 de la LOE y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

##### La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del Director de Obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al Director de Obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el Contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al

cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al Contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los Directores de Obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al Promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el Contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los Directores de Obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el Contratista, los Subcontratistas y el personal de la obra.



Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el Director de la Ejecución de las Obras, se considerara como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el Contratista de las consecuencias legales y económicas.

#### 1.2.4.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación.

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

#### 1.2.4.7. Los suministradores de productos.

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

#### 1.2.4.8. Los propietarios y los usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

### 1.2.5. Documentación final de obra: Libro del Edificio.

De acuerdo al Artículo 7 de la Ley de Ordenación de la Edificación, una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el Director de Obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

#### 1.2.5.1. Los propietarios y los usuarios.

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

## 1.3. Disposiciones Económicas.

### 1.3.1. Definición.

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

### 1.3.2. Contrato de obra.

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el Promotor y el Contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (Director de Obra y Director de Ejecución de la Obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias



que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el Contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del Contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del Promotor.
- Presupuesto del Contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

### 1.3.3. Criterio General.

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (L.O.E.), tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

### 1.3.4. Fianzas.

El Contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

#### 1.3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### 1.3.4.2. Devolución de las fianzas.

La fianza recibida será devuelta al Contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

#### 1.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales.

Si el Promotor, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

### 1.3.5. De los precios.

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

#### 1.3.5.1. Precio básico.

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

#### 1.3.5.2. Precio unitario.

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, el vigente Reglamento general de la Ley de contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de

octubre) establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.

- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

#### 1.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

#### 1.3.5.4. Gastos Generales.

Porcentaje que mayor el PEM y sirve para cubrir a la empresa constructora los costes indirectos generales, es decir, los gastos administrativos, financieros, cargas fiscales (IVA excluido), tasas de la Administración legalmente establecidas, no imputables a una obra en concreto sino sobre el conjunto de la actividad empresarial de la empresa.

Los Gastos Generales deberán figurar claramente en el Presupuesto de Ejecución por Contrata. En el caso que los Gastos generales NO figurasen en dicho resumen, se entiende que quedan incluidos dentro de los correspondientes precios unitarios. El porcentaje de Gastos Generales quedará establecido en el correspondiente contrato de obra.

#### 1.3.5.5. Beneficio Industrial.

Porcentaje que mayor el PEM y constituye el margen de beneficio de la empresa constructora en la realización de la obra.

El Beneficio Industrial deberá figurar claramente en el Presupuesto de Ejecución por Contrata.

#### 1.3.5.6. Presupuesto de Ejecución por Contrata.

Es la suma del PEM más los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma, pero no integra el precio.

#### 1.3.5.7. Precios contradictorios.

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el Promotor, por medio del Director de Obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al Director de Obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

#### 1.3.5.8. Reclamación de aumento de precios.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

#### 1.3.5.9. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.

En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

#### 1.3.5.10. De la revisión de los precios contratados.

El presupuesto presentado por el Contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista.

#### 1.3.5.11. Acopio de materiales.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el Contratista responsable de su guarda y conservación.

### 1.3.6. Obras por administración.

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que

se precisan para su realización las lleva directamente el Promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un Contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al Contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del Contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

### 1.3.7. Valoración y abono de los trabajos.

#### 1.3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras.

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (Promotor y Contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por la propiedad en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el Director de Ejecución de la Obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El Director de Ejecución de la Obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por unidad de obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el Contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al Director de Ejecución de la Obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al Contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del Promotor sobre el particular.

#### 1.3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones.

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el Promotor y el Contratista,

éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al Contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

#### 1.3.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas.

Cuando el Contratista, incluso con la autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

#### 1.3.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada.

El abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada se efectuará previa justificación por parte del Contratista. Para ello, el Director de Obra indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

#### 1.3.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados.

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del Contratista, y si no se contratase con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por la Propiedad por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

#### 1.3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía.

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran



ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

### 1.3.8. Indemnizaciones Mutuas.

#### 1.3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras.

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

#### 1.3.8.2. Demora de los pagos por parte del Promotor.

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

### 1.3.9. Varios

#### 1.3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra.

Si, por causas imputables al Contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el Promotor podrá imponer al Contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato de obra, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

#### 1.3.9.2. Unidades de obra defectuosas.

Las obras defectuosas no se valorarán.

#### 1.3.9.3. Seguro de las obras.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo



que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 1.3.9.4. Conservación de la obra.

El Contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

#### 1.3.9.5. Uso por el Contratista de edificio o bienes del Promotor.

No podrá el Contratista hacer uso de edificio o bienes del Promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

#### 1.3.9.6. Pago de arbitrios.

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

### 1.3.10. Retenciones en concepto de garantía.

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al Promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del Promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al Contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

### 1.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra.

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

### 1.3.12. Liquidación económica de las obras.

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el Promotor y el Contratista.

En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el Promotor, el Contratista, el Director de Obra y el Director de Ejecución de la Obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del Promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

### 1.3.13. Liquidación final de la obra.

Entre el Promotor y Contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

### 2.1. Prescripciones sobre los materiales.

Para facilitar la labor a realizar, por parte del Director de la Ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el artículo 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el artículo 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

## 2.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican en este apartado, en el caso de que existan, las compatibilidades o incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

### - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

En este apartado se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

### - NORMAS DE APLICACIÓN.

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

### - CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

### - PROCESO DE EJECUCIÓN.

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el Director de Ejecución de la Obra, habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto.

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

Se subdivide en cuatro subapartados, que reflejan los cuatro momentos en los que se deben realizar las comprobaciones del proceso de ejecución y verificar el cumplimiento de unos parámetros de rechazo, ensayos o pruebas de servicio, recogidas en diferentes normas, para poder decidir la adecuación del elemento a la característica mencionada, y así conseguir la calidad prevista en el elemento constructivo.

### - CONDICIONES PREVIAS.

Antes de iniciarse las actividades correspondientes al proceso de ejecución de cada unidad de obra, se realizarán una serie de comprobaciones sobre el estado de las unidades de obra, realizadas previamente, y que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra. Además, en algunos casos, será necesario la presentación al Director de Ejecución de la Obra, de una serie de documentos por parte del Contratista, para poder

éste iniciar las obras.

Aceptadas las diferentes unidades de inspección, sólo se dará por aceptada la unidad de obra en caso de no estar programado ningún ensayo o prueba de servicio.

#### - ENSAYOS Y PRUEBAS DE SERVICIO.

En este subapartado se recogen, en caso de tener que realizarse, los ensayos o pruebas de servicio a efectuar para la aceptación final de la unidad de obra. Se procederá a su realización, a cargo del Contratista, y se comprobará si sus resultados están de acuerdo con la normativa. En caso afirmativo, se procederá a la aceptación final de la unidad de obra.

Si los resultados de la prueba de servicio no son conformes, el Director de Ejecución de la Obra, dará las órdenes oportunas de reparación, o en su caso, de demolición. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo, hasta la aceptación final de la unidad de obra.

#### - CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Este subapartado hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse cada unidad de obra, una vez aceptada, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades y quede garantizado su buen funcionamiento.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el Contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar esta unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia. De entre todas ellas se enumeran las que se consideran básicas.

#### - GARANTÍAS DE CALIDAD.

En algunas unidades de obra será obligatorio presentar al Director de Ejecución de Obra, por parte del Contratista, una serie de documentos que garantizan la calidad de la unidad de obra.

#### - COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del Director de Ejecución de la Obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse, en su caso, se realizará de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del Contratista, entendiendo que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el Director de Ejecución de la Obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el

Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al Contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa.

Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

### **2.3. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.**

De acuerdo con el artículo 7.4 del CTE, en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.

## **3. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES. CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

### **3.1. Condiciones de los equipos y materiales**

Según el Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios (RITE), artículo 18, “Condiciones de los equipos y materiales”:

1. Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

2. La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

3. Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía que cumplan lo exigido en el apartado 2 de este artículo.

### **3.2. Condiciones para la ejecución de las instalaciones térmicas**

Según el Reglamento de instalaciones térmicas de los edificios (RITE), capítulo IV, “Condiciones para la ejecución de las instalaciones térmicas”:

#### **Artículo 19. Generalidades.**

1. La ejecución de las instalaciones sujetas a este RITE se realizará por empresas instaladoras autorizadas.

2. La ejecución de las instalaciones térmicas que requiera la realización de un proyecto, de acuerdo con el artículo 15, debe efectuarse bajo la dirección de un técnico titulado competente, en funciones de director de la instalación.

3. La ejecución de las instalaciones térmicas se llevará a cabo con sujeción al proyecto o memoria técnica, según corresponda, y se ajustará a la normativa vigente y a las normas de la buena práctica.

4. Las preinstalaciones, entendidas como instalaciones especificadas pero no montadas parcial o totalmente, deben ser ejecutadas de acuerdo al proyecto o memoria técnica que las diseñó y dimensionó.

5. Las modificaciones que se pudieran realizar al proyecto o memoria técnica se autorizarán y documentarán, por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, previa conformidad de la propiedad.

6. El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, realizarán los controles relativos a:



- a) control de la recepción en obra de equipos y materiales;
- b) control de la ejecución de la instalación;
- c) control de la instalación terminada.

## Artículo 20. Recepción en obra de equipos y materiales.

### 1. Generalidades:

a) El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto o memoria técnica mediante:

- i. control de la documentación de los suministros;
- ii. control mediante distintivos de calidad, en los términos del artículo 18.3 de este reglamento;
- iii. control mediante ensayos y pruebas.

b) En el pliego de condiciones técnicas del proyecto o en la memoria técnica se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los equipos y materiales de las instalaciones térmicas.

c) El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, deben comprobar que los equipos y materiales recibidos:

- i. corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica;
- ii. disponen de la documentación exigida;
- iii. cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica;
- iv. han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

2. Control de la documentación de los suministros. El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

- a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo;
- c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

3. Control de recepción mediante distintivos de calidad.-El instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.



4. Control de recepción mediante ensayos y pruebas.-Para verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al marcado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

#### Artículo 21. Control de la ejecución de la instalación.

1. El control de la ejecución de las instalaciones se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto o memoria técnica, y las modificaciones autorizadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.
2. Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones técnicas.
3. Cualquier modificación o replanteo a la instalación que pudiera introducirse durante la ejecución de su obra, debe ser reflejada en la documentación de la obra.

#### Artículo 22. Control de la instalación terminada.

1. En la instalación terminada, bien sobre la instalación en su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, las previstas en la IT 2 y las exigidas por la normativa vigente.
2. Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, de acuerdo a los requisitos de la IT 2.
3. Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.
4. Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.
5. Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por el director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

#### Artículo 23. Certificado de la instalación.

1. Una vez finalizada la instalación, realizadas las pruebas de puesta en servicio de la instalación que se especifican en la IT 2, con resultados satisfactorios, el instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de la instalación.

2. El certificado, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

- a) identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada;
- b) identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva;
- c) los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2.
- d) declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto o memoria técnica y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.

### 3.3. Calefacción.

Instalación de calefacción que se emplea en edificios, para modificar la temperatura de su interior con la finalidad de conseguir el confort deseado.

#### 3.3.1. De los componentes.

Productos constituyentes

Bloque de generación, formado por caldera (según artículo 18 del RITE) o bomba de calor.

- Sistemas en función de parámetros como:
- Demanda a combatir por el sistema (calefacción y agua caliente sanitaria).
- Grado de centralización de la instalación (individual y colectiva)
- Sistemas de generación (caldera, bomba de calor y energía solar)
- Tipo de producción de agua caliente sanitaria (con y sin acumulación)
- Según el fluido caloportador (sistema todo agua y sistema todo aire)
- Equipos:
- Calderas
- Bomba de calor (aire-aire o aire-agua)
- Energía solar.
- Otros.

Bloque de transporte:

- Red de transporte formada por tuberías o conductos de aire. (Según RITE IT 2)
- Canalizaciones de cobre calorifugado, acero calorifugado,...
- Piezas especiales y accesorios.

Bomba de circulación o ventilador.

Bloque de control:

- Elementos de control como termostatos, válvulas termostáticas. - Termostato situado en los locales.
- Control centralizado por temperatura exterior.
- Control por válvulas termostáticas
- Otros.

Bloque de consumo:

- Unidades terminales como radiadores, convectores. - Accesorios como rejillas o difusores.

En algunos sistemas la instalación contará con bloque de acumulación.

Accesorios de la instalación:

- Válvulas de compuerta, de esfera, de retención, de seguridad...
- Conductos de evacuación de humos.
- Purgadores.
- Vaso de expansión cerrado o abierto.
- Intercambiador de calor.
- Grifo de macho.
- Aislantes térmicos.

### Control y aceptación

Se realizará para todos los componentes de la instalación según las indicaciones iniciales del pliego sobre control y aceptación.

Todos los componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

### El soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales, pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se colocarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2,00 m.

Para la instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado (suelo radiante) o suspendida del forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique. Tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así, tendrá una longitud máxima de 1 m. Cuando se practique rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros según RITE IT 2.

### Compatibilidad

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Se interpondrá entre los elementos de fijación y las tuberías un anillo elástico y en ningún caso se soldará al tubo.

Para la fijación de los tubos, se evitará la utilización de acero/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero/yeso (incompatible)

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre.)

Se evitarán las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado.

El recorrido de las tuberías no debe de atravesar chimeneas ni conductos.

### 3.3.2. De la ejecución.

#### Preparación

El Instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, y en caso contrario se redefinirá por la dirección facultativa, se procederá al marcado por instalador autorizado de todos los componentes de la instalación en presencia de esta. Procediendo a la colocación de la caldera, bombas y vaso de expansión cerrado.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos y encuentros.

Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre los tubos de la instalación de calefacción y tuberías vecinas. Se deberá evitar la proximidad con cualquier conducto eléctrico.

Antes de su instalación, las tuberías deben reconocerse y limpiarse para eliminar los cuerpos extraños.

#### Fases de ejecución

Las calderas y bombas de calor se colocarán según recomendaciones del fabricante en bancada o paramento quedando fijada sólidamente. Las conexiones roscadas o embridadas irán selladas con cinta o junta de estanquidad de manera que los tubos no produzcan esfuerzos en las conexiones con la caldera.

Alrededor de la caldera se dejarán espacios libres para facilitar labores de limpieza y mantenimiento.

Se conectará al conducto de evacuación de humos y a la canalización del vaso de expansión si este es abierto.

Los conductos de evacuación de humos se instalarán con módulos rectos de cilindros concéntricos con aislamiento intermedio conectados entre sí con bridas de unión normalizadas.

Se montarán y fijarán las tuberías y conductos ya sean vistas o empotradas en rozas que posteriormente se rellenarán con pasta de yeso.

Las tuberías y conductos serán como mínimo del mismo diámetro que las bocas que les correspondan, y sus uniones en el caso de circuitos hidráulicos se realizarán con acoplamientos elásticos.

Cada vez que se interrumpa el montaje se taparán los extremos abiertos.

Las tuberías y conductas se ejecutarán siguiendo líneas paralelas y a escuadra con elementos estructurales y con tres ejes perpendiculares entre sí, buscando un aspecto limpio y ordenado. Se colocarán de forma que dejen un espacio mínimo de 3 cm para colocación posterior del aislamiento térmico y que permitan manipularse y sustituirse sin desmontar el resto. Cuando circulen gases con condensados, tendrán una pendiente de 0,5% para evacuar los mismos.

Las uniones, cambios de dirección y salidas se podrán hacer mediante accesorios soldados o bien con accesorios roscados asegurando la estanquidad de las uniones pintando las roscas con minio y empleando estopas, pastas o cintas. Si no se especifica las reducciones de diámetro serán excéntricas y se colocarán enrasadas con las generatrices de los tubos a unir.

Se colocarán las unidades terminales de consumo (radiadores, convectores.) fijadas sólidamente al paramento y niveladas, con todos sus elementos de control, maniobra, conexión, visibles y accesibles.

Se conectarán todos los elementos de la red de distribución de agua o aire, de la red de distribución de combustible y de la red de evacuación de humos y el montaje de todos los elementos de control y demás accesorios.

Se ejecutará toda la instalación, teniendo en cuenta el cumplimiento de las normativas NBE-CA-88 y NBE-CPI-96.

En el caso de instalación de calefacción por suelo radiante se extenderán las tuberías por debajo del pavimento en forma de serpentín o caracol, siendo el paso entre tubos no superior a 20 cm. El corte de tubos para su unión o conexión se realizará perpendicular al eje y eliminando rebabas. Con accesorios de compresión hay que achaflanar la arista exterior. La distribución de agua se hará a 40-50 °C, alcanzando el suelo una temperatura media de 25-28 °C nunca mayor de 29 °C.

Acabados

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Posteriormente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de a.C. se medirá el PH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5. (RITE - IT 2.2.2.2).

En el caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas parezca a simple vista no contener polvo. (RITE- IT 2.2.2.2)

#### Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

#### Calderas:

Unidad y frecuencia de inspección: uno por cada equipo.

- Instalación de la caldera. Uniones, fijaciones, conexiones y comprobación de la existencia de todos los accesorios de la misma.

#### Canalizaciones, colocación:

Unidad y frecuencia de inspección: uno cada 30 m.

- Diámetro distinto del especificado.
- Puntos de fijación con tramos menores de 2 m.
- Buscar que los elementos de fijación no estén en contacto directo con el tubo, que no existan tramos de más de 30 m sin lira, y que sus dimensiones correspondan con especificaciones de proyecto.
- Comprobar que las uniones tienen minio o elementos de estanquidad.

#### En el calorifugado de las tuberías:

Unidad y frecuencia de inspección: uno cada 30 m.

- Comprobar la existencia de pintura protectora.
- Comprobar que el espesor de la coquilla se corresponde al del proyecto.
- Comprobar que a distancia entre tubos y entre tubos y paramento es superior a 20 mm.

#### Colocación de manguitos pasamuros:

Unidad y frecuencia de inspección: uno cada planta.

- Existencia del mismo y del relleno de masilla. Holgura superior a 10 mm. Colocación del vaso de expansión:

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Fijación. Uniones roscadas con minio o elemento de estanquidad.
- Situación y colocación de la válvula de seguridad, grifo de macho, equipo de regulación exterior y ambiental...

Uniones roscadas o embridadas con elementos de estanquidad:

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

Situación y colocación del radiador. Fijación al suelo o al paramento. Uniones. Existencia de purgador.

Pruebas de servicio:

Prueba hidrostática de redes de tuberías: (IT 2.2. del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

-Una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas.

- Se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

- Posteriormente se comprobará el tarado de todos los elementos de seguridad.

Pruebas de redes de conductos: (IT 2.2 del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

- Taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Pruebas de libre dilatación: (IT 2.2.4. del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

- Las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

- Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Eficiencia térmica y funcionamiento: (IT 2.4. del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: 3, en última planta, en planta intermedia y en planta baja.

- Se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en la documentación técnica del proyecto, con una variación admitida de  $\pm 2$  °C.

- El termómetro para medir la temperatura se colocará a una altura del suelo de 1,5 m y estará como mínimo 10 minutos antes de su lectura, y situado en un soporte en el centro del local.

- La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera.

- En locales donde dé el sol se hará dos horas después de que deje de dar.

- Cuando haya equipo de regulación, esté se desconectará.

- Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.

Conservación hasta la recepción de las obras



Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad. Se protegerán convenientemente las roscas.

### 3.3.3. Medición y abono.

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación, como calderas, radiadores termostatos, se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

## 3.4. Instalación de climatización.

Instalaciones de climatización, que con equipos de acondicionamiento de aire modifican sus características (temperatura, contenido de humedad, movimiento y pureza) con la finalidad de conseguir el confort deseado en los recintos interiores.

Los sistemas de aire acondicionado, dependiendo del tipo de instalación, se clasifican en:

#### Centralizados

- Todos los componentes se hallan agrupados en una sala de máquinas.
- En las distintas zonas para acondicionar existen unidades terminales de manejo de aire, provistas de baterías de intercambio de calor con el aire a tratar, que reciben el agua enfriada de una central o planta enfriadora.

#### Unitarios y semi-centralizados:

- Acondicionadores de ventana.
- Unidades autónomas de condensación: por aire, o por agua.
- Unidades tipo consola de condensación: por aire, o por agua.
- Unidades tipo remotas de condensación por aire.
- Unidades autónomas de cubierta de condensación por aire.

La distribución de aire tratado en el recinto puede realizarse por impulsión directa del mismo, desde el equipo si es para un único recinto o canalizándolo a través de conductos provistos de rejillas o aerodifusores en las distintas zonas a acondicionar. En estos sistemas, a un fluido refrigerante, mediante una serie de dispositivos se le hace absorber calor en un lugar, transportarlo, y cederlo en otro lugar.

### 3.4.1. De los componentes.

#### Productos constituyentes



En general un sistema de refrigeración se puede dividir en cuatro grandes bloques o subsistemas:

Bloque de generación:

Los elementos básicos en cualquier unidad frigorífica de un sistema por absorción son:

- Compresor
- Evaporador
- Condensador
- Sistema de expansión

Bloque de control:

- Controles de flujo. El equipo dispondrá de termostatos de ambiente con mandos independiente de frío, calor y ventilación. (IT 2.3.4.)

Bloque de transporte

- Conductos, y accesorios que podrán ser de chapa metálica o de fibra (IT 1.3.4.2.10).
- Los de chapa galvanizada. El tipo de acabado interior del conducto impedirá el desprendimiento de fibras y la absorción o formación de esporas o bacterias, y su cara exterior estará provista de revestimiento estanco al aire y al vapor de agua.
- Los de fibras estarán formados por materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio; además deben tener la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo.
- Tuberías y accesorios de cobre. (IT 2.2.2.1.). Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.

Bloque de consumo:

- Unidades terminales: ventiloconvectores (fan-coils), inductores, rejillas, difusores etc.

Otros componentes de la instalación son:

- Filtros, ventiladores, compuertas,...

Control y aceptación

Se realizará para todos los componentes de la instalación según las indicaciones iniciales del pliego sobre control y aceptación.

Todos los componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a la documentación del fabricante, normativa si la hubiere, las especificaciones de proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

En una placa los equipos llevarán indicado: nombre del fabricante, modelo y número de serie, características técnicas y eléctricas, así como carga del fluido refrigerante.

El soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales, pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías se fijarán con tacos y tornillos sobre tabiques, con una separación máxima entre ellos de 2,00 m.

Para la instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina y una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho nunca mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Cuando se practique rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros según RITE-IT 2.

#### Compatibilidad

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de tierra.

Se interpondrá entre los elementos de fijación y las tuberías un anillo elástico y en ningún caso se soldará al tubo.

Para la fijación de los tubos, se evitará la utilización conjunta de acero con mortero de cal (no muy recomendado) y de acero con yeso (incompatible)

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado con cobre.)

En las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua evitando la precipitación de iones de cobre sobre el acero, formando cobre de cementación, disolviendo el acero y perforando el tubo.

El recorrido de las tuberías no debe de atravesar chimeneas ni conductos.

### 3.4.2. De la ejecución

#### Preparación

El Instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se comprobará que la situación, el espacio y los recorridos de la instalación coinciden con el proyecto, y en caso contrario se redefinirá por la dirección facultativa, procediéndose al marcado por instalador autorizado de todos los componentes en presencia de esta.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos o encuentros.

Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre las tuberías de la instalación y tuberías vecinas. Y la distancia a cualquier conducto eléctrico será como mínimo de 30 cm, debiendo pasar por debajo de este último.

#### Fases de ejecución Tuberías:

##### a) De agua:

- Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí. Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas lo más próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico. La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto.

- El paso por elementos estructurales se hará con pasamuros y el espacio que quede se llenará con material elástico. La tubería no atravesará chimeneas ni conductos.

- Los dispositivos de sujeción estarán situados de tal manera que aseguren la estabilidad y alineación de la tubería.

Sobre tabiques, los soportes se fijarán con tacos y tornillos. Entre la abrazadera del soporte y el tubo se interpondrá un anillo elástico. No se soldará el soporte al tubo.

- Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán únicamente mediante accesorios soldados, si fuese preciso aplicar un elemento roscado, no se roscará al tubo, se utilizará el correspondiente enlace de cono elástico a compresión.

- La bomba se apoyará sobre bancada con elementos antivibratorios, y la tubería en la que va instalada dispondrá de acoplamientos elásticos para no transmitir ningún tipo de vibración ni esfuerzo radial o axial a la bomba. Las tuberías de entrada y salida de agua, quedarán bien sujetas a la enfriadora y su unión con el circuito hidráulico se realizará con acoplamientos elásticos.

##### b) Para refrigerantes:

- Las tuberías de conexión para líquido y aspiración de refrigerante, se instalarán en obra, utilizando manguitos para su unión.

- Las tuberías serán cortadas exactamente a las dimensiones establecidas a pie de obra y se colocarán en su sitio sin necesidad de forzarlas o deformarlas. Estarán colocadas de forma que puedan contraerse y dilatarse, sin deterioro para sí mismas ni cualquier otro elemento de la instalación.

- Todos los cambios de dirección y uniones se realizarán con accesorios con soldadura incorporada. Todo paso de tubos por forjados y tabiques, llevará una camisa de tubo de plástico o metálico que le permita la libre dilatación.

- Las líneas de aspiración de refrigerante se aislarán por medio de coquillas preformadas de caucho esponjoso tipo Armaflex o equivalente, de 13 mm de espesor, con objeto de evitar condensaciones y el recalentamiento del refrigerante.

#### Conductos:

- Los conductos se soportarán y fijarán, de tal forma que estén exentos de vibraciones en cualquier condición de funcionamiento. Los elementos de soporte irán protegidos contra la oxidación.
- Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores, hasta que no haya sido realizada la prueba de estanquidad.
- Las uniones entre conductos de chapa galvanizada se harán mediante las correspondientes tiras de unión transversal suministradas con el conducto y se engatillarán, haciendo un pliegue, en cada conducto. Todas las uniones de conductos a los equipos se realizarán mediante juntas de lona u otro material flexible e impermeable. Los traslapes se harán en el sentido del flujo del aire y los bordes y abolladuras se igualarán hasta presentar una superficie lisa, tanto en el interior como en el exterior del conducto de 50 mm de ancho mínimo.
- El soporte del conducto horizontal se empotrará en el forjado y quedará sensiblemente vertical para evitar que transmita esfuerzos horizontales a los conductos.

#### Rejillas y difusores:

- Todas las rejillas y difusores se instalarán enrasados, nivelados y escuadrados y su montaje impedirá que entren en vibración.
- Los difusores de aire estarán contruidos de aluminio anodizado preferentemente, debiendo generar en sus elementos cónicos, un efecto inductivo que produzca aproximadamente una mezcla del aire de suministro con un 30% de aire del local y estarán dotados de compuertas de regulación de caudal.
- Las rejillas de impulsión estarán contruidas de aluminio anodizado extruído, serán de doble deflexión, con láminas delanteras horizontales y traseras verticales ajustables individualmente, con compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico.
- Las rejillas de retorno estarán contruidas de aluminio anodizado extruído, con láminas horizontales fijas a 45° y fijación invisible con marco de montaje metálico.
- Las rejillas de extracción estarán contruidas de aluminio anodizado extruído, con láminas horizontales fijas, a 45°, compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico.
- Las rejillas de descarga estarán contruidas de aluminio anodizado extruído, con láminas horizontales fijas, su diseño o colocación impedirá la entrada de agua de lluvia y estarán dotadas de malla metálica contra los pájaros.
- Las bocas de extracción serán de diseño circular, contruidas en material plástico lavable, tendrán el núcleo central regulable y dispondrán de contramarco para montaje.
- Se comprobará que la situación, espacio y los recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con las de proyecto y en caso contrario se procederá a su nueva ubicación o definición en presencia de la Dirección Facultativa.
- Se procederá al marcado por el Instalador autorizado en presencia de la dirección facultativa de los diversos componentes de la instalación marcados en el Pliego de Condiciones.
- Se realizarán las rozas de todos los elementos que tengan que ir empotrados para posteriormente proceder al falcado de los mismos con elementos específicos o a base

pastas de yeso o cemento. Al mismo tiempo se sujetarán y fijarán los elementos que tengan que ir en modo superficie y los conductos enterrados se colocarán en sus zanjas, así como se realizarán y montarán las conducciones que tengan que realizarse in situ.

Equipos de aire acondicionado:

- Los conductos de aire quedarán bien fijados a las bocas correspondientes de la unidad y tendrán una sección mayor o igual a la de las bocas de la unidad correspondiente.
- El agua condensada se canalizará hacia la red de evacuación
- Se fijará sólidamente al soporte por los puntos previstos, con juntas elásticas, al objeto de evitar la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio. La distancia entre los accesos de aire y los paramentos de obra será  $\geq 1$  m.
- Una vez colocados los tubos, conductos, equipos etc., se procederá a la interconexión de los mismos, tanto frigorífica como eléctrica y al montaje de los elementos de regulación, control y accesorios.

Acabados

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Posteriormente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas parezca a simple vista no contener polvo. (RITE-IT-2.2.5.1.)

Una vez fijada la estanquidad de los circuitos, se dotará al sistema de cargas completas de gas refrigerante.

Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

La instalación se rechazará en caso de:

- Cambio de situación, tipo o parámetros del equipo, accesibilidad o emplazamiento de cualquier componente de la instalación de climatización. Diferencias a lo especificado en proyecto o a las indicaciones de la dirección facultativa.
- Variaciones en diámetros y modo de sujeción de las tuberías y conductos. Equipos desnivelados.
- Los materiales no sean homologados, siempre que los exija el Reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria IT.IC. o cualquiera de los reglamentos en materia frigorífica.
- Las conexiones eléctricas o de fontanería sean defectuosas.
- No se disponga de aislamiento para el ruido y vibración en los equipos frigoríficos, o aislamiento en la línea de gas.

- El aislamiento y barrera de vapor de las tuberías sean diferentes de las indicadas en la tabla 19.1 de la IT.IC y/o distancias entre soportes superiores a las indicadas en la tabla 16.1.
- El trazado de instalaciones no sea paralelo a las paredes y techos.
- El nivel sonoro en las rejillas o difusores sea mayor al permitido en IT.IC.

#### Pruebas de servicio:

##### Prueba hidrostática de redes de tuberías: (IT 2.2.2.1. del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

- Una vez lleno el circuito de agua, purgado y aislado el vaso de expansión, la bomba y la válvula de seguridad, se someterá antes de instalar los radiadores, a una presión de vez y media la de su servicio, siendo siempre como mínimo de 6 bar, y se comprobará la aparición de fugas.
- Se realizarán pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realizará la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.
- Posteriormente se comprobará la tara de todos los elementos de seguridad.

##### Pruebas de redes de conductos: (IT 2.2.5 del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

- Taponando los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

##### Pruebas de libre dilatación: (IT 2.2.4 del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

- Las instalaciones equipadas con calderas, se elevarán a la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.
- Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de la tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

##### Eficiencia térmica y funcionamiento: (IT 2.4., IT 2.2.5.2. del RITE)

Unidad y frecuencia de inspección: 3, en última planta, en planta intermedia y en planta baja.

- Se medirá la temperatura en locales similares en planta inferior, intermedia y superior, debiendo ser igual a la estipulada en la documentación técnica del proyecto, con una variación admitida de  $\pm 2$  °C.
- El termómetro para medir la temperatura se colocará a una altura del suelo de 1,5 m y estará como mínimo 10 minutos antes de su lectura, y situado en un soporte en el centro del local.
- La lectura se hará entre tres y cuatro horas después del encendido de la caldera.
- En locales donde dé el sol se hará dos horas después de que deje de dar.
- Cuando haya equipo de regulación, esté se desconectará.
- Se comprobará simultáneamente el funcionamiento de las llaves y accesorios de la instalación.



Conservación hasta la recepción de las obras

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad.

### 3.4.3. Medición y abono

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación, como aparatos de ventana, consolas inductores, ventiloconvectores, termostatos, se medirán y valorarán por unidad. Totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

## 3.5. Precauciones a adoptar.

Las precauciones a adoptar durante la construcción de la obra serán las previstas por la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo aprobada por O.M. de 9 de marzo de 1971 y R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

## 4. MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

### 4.1. Introducción

El presente manual pretende ser un documento que facilite el correcto uso y el adecuado mantenimiento del edificio, con el objeto de mantener a lo largo del tiempo las características funcionales y estéticas inherentes al edificio proyectado, recogiendo las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio terminado, de conformidad con lo previsto en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Del buen uso dispensado y del cumplimiento de los requisitos de mantenimiento a realizar, dependerá en gran medida el inevitable ritmo de envejecimiento de nuestro edificio.

Este documento forma parte del Libro del Edificio, que debe estar a disposición de los propietarios. Además, debe completarse durante el transcurso de la vida del edificio, añadiéndose las posibles incidencias que vayan surgiendo, así como las inspecciones y reparaciones que se realicen.

En el apartado 3.5.3. de este documento describiremos la IT 3 “Mantenimiento y

## Uso” del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)

### 4.2. Instalaciones.

La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa al uso para el que han sido proyectadas, debiendo utilizarse únicamente para tal fin.

Es aconsejable no manipular personalmente las instalaciones y dirigirse en todo momento (avería, revisión y mantenimiento) a la empresa instaladora específica.

No se realizarán modificaciones de la instalación sin la intervención de un instalador especializado y las mismas se realizarán, en cualquier caso, dentro de las especificaciones de la reglamentación vigente y con la supervisión de un técnico competente.

Se dispondrá de los planos definitivos del montaje de todas las instalaciones, así como de diagramas esquemáticos de los circuitos existentes, con indicación de las zonas a las que prestan servicio, número y características de los mismos.

El mantenimiento y reparación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes empleados en las instalaciones, deben ser realizados por empresas o instaladores-mantenedores competentes y autorizados. Se debe disponer de un Contrato de Mantenimiento con las respectivas empresas instaladoras autorizadas antes de habitar el edificio.

Existirá un Libro de Mantenimiento, en el que la empresa instaladora encargada del mantenimiento dejará constancia de cada visita, anotando el estado general de la instalación, los defectos observados, las reparaciones efectuadas y las lecturas del potencial de protección.

El titular se responsabilizará de que esté vigente en todo momento el contrato de mantenimiento y de la custodia del Libro de Mantenimiento y del certificado de la última inspección oficial.

El usuario dispondrá del plano actualizado y definitivo de las instalaciones, aportado por el instalador o promotor o bien deberá proceder al levantamiento correspondiente de aquéllas, de forma que en los citados planos queden reflejados los distintos componentes de la instalación.

Igualmente, recibirá los diagramas esquemáticos de los circuitos existentes con indicación de las zonas a las que prestan servicio, número y características de todos los elementos, codificación e identificación de cada una de las líneas, códigos de especificación y localización de las cajas de registro y terminales e indicación de todas las características principales de la instalación.

En la documentación se incluirá razón social y domicilio de la empresa suministradora y/o instaladora.



#### 4.2.1. Condiciones para el uso y mantenimiento de la Instalación.

En este apartado describimos el artículo VI del RITE, “Condiciones para el uso y mantenimiento de la Instalación”.

##### Artículo 25. Titulares y usuarios.

1. El titular o usuario de las instalaciones térmicas es responsable del cumplimiento del RITE desde el momento en que se realiza su recepción provisional, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12.1.c) de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en lo que se refiere a su uso y mantenimiento, y sin que este mantenimiento pueda ser sustituido por la garantía.
2. Las instalaciones térmicas se utilizarán adecuadamente, de conformidad con las instrucciones de uso contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, absteniéndose de hacer un uso incompatible con el previsto.
3. Se pondrá en conocimiento del responsable de mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de las instalaciones térmicas.
4. Las instalaciones mantendrán sus características originales. Si son necesarias reformas, éstas deben ser efectuadas por empresas autorizadas para ello de acuerdo a lo prescrito por este RITE.
5. El titular de la instalación será responsable de que se realicen las siguientes acciones:
  - a) encargar a una empresa mantenedora, la realización del mantenimiento de la instalación térmica;
  - b) realizar las inspecciones obligatorias y conservar su correspondiente documentación;
  - c) conservar la documentación de todas las actuaciones, ya sean de reparación o reforma realizadas en la instalación térmica, así como las relacionadas con el fin de la vida útil de la misma o sus equipos, consignándolas en el Libro del Edificio.

##### Artículo 26. Mantenimiento de las instalaciones.

1. Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras autorizadas.
2. Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación entregará al representante de la empresa mantenedora una copia del «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, contenido en el Libro del Edificio.
3. La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias de este RITE.

4. El «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica debe contener las instrucciones de seguridad y de manejo y maniobra de la instalación, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética.

5. Será obligación del mantenedor autorizado y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el «Manual de Uso y Mantenimiento» a las características técnicas de la instalación.

6. El mantenimiento de las instalaciones sujetas a este RITE será realizado de acuerdo con lo establecido en la IT 3, atendiendo a los siguientes casos:

a) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío igual o superior a 5 kW e inferior o igual a 70 kW.  
Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora, que debe realizar su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

b) Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío mayor que 70 kW.

Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular de la instalación térmica debe suscribir un contrato de mantenimiento, realizando su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

c) Instalaciones térmicas cuya potencia térmica nominal total instalada sea igual o mayor que 5.000 kW en calor y/o 1.000 kW en frío, así como las instalaciones de calefacción o refrigeración solar cuya potencia térmica sea mayor que 400 kW.

Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular debe suscribir un contrato de mantenimiento. El mantenimiento debe realizarse bajo la dirección de un técnico titulado competente con funciones de director de mantenimiento, ya pertenezca a la propiedad del edificio o a la plantilla de la empresa mantenedora.

7. En el caso de las instalaciones solares térmicas la clasificación en los apartados anteriores será la que corresponda a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo. En el caso de que no exista este equipo de energía de apoyo la potencia, a estos efectos, se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por 0,7 kW/m<sup>2</sup>.

8. El titular de la instalación podrá realizar con personal de su plantilla el mantenimiento de sus propias instalaciones térmicas siempre y cuando acredite cumplir con los requisitos exigidos en el artículo 41 para el ejercicio de la actividad de mantenimiento, y sea autorizado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

#### Artículo 27. Registro de las operaciones de mantenimiento.

1. Toda instalación térmica debe disponer de un registro en el que se recojan las operaciones de mantenimiento y las reparaciones que se produzcan en la instalación, y

que formará parte del Libro del Edificio.

2. El titular de la instalación será responsable de su existencia y lo tendrá a disposición de las autoridades competentes que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento. Se deberá conservar durante un tiempo no inferior a cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

3. La empresa mantenedora confeccionará el registro y será responsable de las anotaciones en el mismo.

#### Artículo 28. Certificado de mantenimiento.

1. Anualmente el mantenedor autorizado titular del carné profesional y el director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de mantenimiento, que será enviado, si así se determina, al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quedando una copia del mismo en posesión del titular de la instalación. La validez del certificado de mantenimiento expedido será como máximo de un año.

2. El certificado de mantenimiento, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

a) identificación de la instalación;

b) identificación de la empresa mantenedora, mantenedor autorizado responsable de la instalación y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva;

c) los resultados de las operaciones realizadas de acuerdo con la IT 3;

d) declaración expresa de que la instalación ha sido mantenida de acuerdo con el «Manual de Uso y Mantenimiento» y que cumple con los requisitos exigidos en la IT3.

#### 4.2.2. Mantenimiento y Uso de las Instalaciones Térmicas.

Según dice la IT 3 del RITE, “Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas”:

##### IT 3.1 GENERALIDADES

Esta instrucción técnica contiene las exigencias que deben cumplir las instalaciones térmicas con el fin de asegurar que su funcionamiento, a lo largo de su vida útil, se realice con la máxima eficiencia energética, garantizando la seguridad, la durabilidad y la protección del medio ambiente, así como las exigencias establecidas en el proyecto o memoria técnica de la instalación final realizada.

### IT 3.2 MANTENIMIENTO Y USO DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS

Las instalaciones térmicas se utilizarán y mantendrán de conformidad con los procedimientos que se establecen a continuación y de acuerdo con su potencia térmica nominal y sus características técnicas:

- a) La instalación térmica se mantendrá de acuerdo con un programa de mantenimiento preventivo que cumpla con lo establecido en el apartado IT.3.3.
- b) La instalación térmica dispondrá de un programa de gestión energética, que cumplirá con el apartado IT.3.4.
- c) La instalación térmica dispondrá de instrucciones de seguridad actualizadas de acuerdo con el apartado IT.3.5.
- d) La instalación térmica se utilizará de acuerdo con las instrucciones de manejo y maniobra, según el apartado IT.3.6.
- e) La instalación térmica se utilizará de acuerdo con un programa de funcionamiento, según el apartado IT.3.7.

### IT 3.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

1. Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el "Manual de Uso y Mantenimiento" que serán, al menos, las indicadas en la tabla 3.1 de esta instrucción para instalaciones de potencia térmica nominal menor o igual que 70 kW o mayor que 70 kW.
2. Es responsabilidad del mantenedor autorizado o del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de las mismas a las características técnicas de la instalación.

Tabla 3.1. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad.

Operación	Periodicidad	
	$\leq 70\text{kW}$	$> 70\text{kW}$
1. Limpieza de los evaporadores	t	t
2. Limpieza de los condensadores	t	t
3. Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	t	2t
4. Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos	t	m
5. Comprobación y limpieza, si procede, del circuito de humos de calderas	t	2t
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	t	2t
7. Limpieza del quemador de la caldera	t	m
8. Revisión del vaso de expansión	t	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t	m
10. Comprobación de material refractario	--	2t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t	m

12. Revisión general de calderas de gas	t	t
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	t	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	--	t
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	--	2t
17. Comprobación de tarado de elementos de seguridad	--	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	--	2t
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	t	m
20. Revisión de baterías de intercambio térmico	--	t
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	t	m
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	t	2t
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	t	2t
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	t	2t
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t	t
26. Revisión de equipos autónomos	t	2t
27. Revisión de bombas y ventiladores	--	m
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t	m
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t	t
30. Revisión del sistema de control automático	t	2t
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal $\leq 24,4$ kW	4a	--
32. Instalación de energía solar térmica	*	*
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	s	s
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t	2t
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m	m
36. Control visual de la caldera de biomasa	s	s
37. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa.	t	m
38. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa	m	m

s: una vez cada semana

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada.

t: una vez por temporada (año).

2t: dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: cada cuatro años.

\*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 "Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria" del Código Técnico de la Edificación.

### IT 3.4 PROGRAMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

#### IT 3.4.1 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de calor en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla 3.2. que se deberán mantener dentro de los límites de la IT 4.2.1.2 a).

Tabla 3.2.- Medidas de generadores de calor y su periodicidad.

Medidas de Generadores de Calor	Periodicidad		
	20k W < P ≤ 70kW	70kW < P ≤ 1000k W	P > 1000k W
1. Temperatura o presión del fluido portador en entrada y salida del generador de calor	2a	3m	m
2. Temperatura ambiente del local o sala de máquinas	2a	3m	m
3. Temperatura de los gases de combustión	2a	3m	m
4. Contenido de CO y CO <sub>2</sub> en los productos de combustión	2a	3m	m
5. Índice de opacidad de los humos en combustibles sólidos o líquidos y de contenido de partículas sólidas en combustibles sólidos	2a	3m	m
6. Tiro en la caja de humos de la caldera	2a	3m	m



m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada

3m: cada tres meses; la primera al inicio de la temporada

2a: cada dos años

#### IT 3.4.2 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío

La empresa mantenedora realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia térmica nominal, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades de la tabla 3.3.

Tabla 3.3.- Medidas de generadores de frío y su periodicidad.

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70kW<P≤1000kW	P>1000kW
1. Temperatura del fluido exterior en la entrada y salida del evaporador.	3m	m
2. Temperatura del fluido exterior en la entrada y salida del condensador.	3m	m
3. Pérdida de Presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua.	3m	m
4. Pérdida de Presión en el condensador en plantas enfriadas por agua.	3m	m
5. Temperatura y presión en el evaporador.	3m	m
6. Temperatura y presión en el condensador.	3m	m
7. Potencia eléctrica absorbida.	3m	m
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima.	3m	m
9. CEE o COP instantáneo.	3m	m
10. Caudal de agua en el evaporador.	3m	m
11. Caudal de agua en el condensador.	3m	m

m: una vez al mes; la primera al inicio de la temporada

3m: cada tres meses; la primera al inicio de la temporada

#### IT 3.4.3 Instalaciones de energía solar térmica



En las instalaciones de energía solar térmica con superficie de apertura de captación mayor que 20 m<sup>2</sup> se realizará un seguimiento periódico del consumo de agua caliente sanitaria y de la contribución solar, midiendo y registrando los valores. Una vez al año se realizará una verificación del cumplimiento de la exigencia que figura en la Sección HE 4 "Contribución solar mínima de agua caliente" del Código Técnico de la Edificación.

#### IT 3.4.4 Asesoramiento energético

1. La empresa mantenedora asesorará al titular, recomendando mejoras o modificaciones de la instalación así como en su uso y funcionamiento que redunden en una mayor eficiencia energética.
2. Además, en instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW, la empresa mantenedora realizará un seguimiento de la evolución del consumo de energía y de agua de la instalación térmica periódicamente, con el fin de poder detectar posibles desviaciones y tomar las medidas correctoras oportunas. Esta información se conservará por un plazo de, al menos, cinco años.

#### IT 3.5 INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

1. Las instrucciones de seguridad serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y su objetivo será reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios u operarios sufran daños inmediatos durante el uso de la instalación.
2. En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar claramente visibles antes del acceso y en el interior de salas de máquinas, locales técnicos y junto a aparatos y equipos, con absoluta prioridad sobre el resto de instrucciones y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: parada de los equipos antes de una intervención; desconexión de la corriente eléctrica antes de intervenir en un equipo; colocación de advertencias antes de intervenir en un equipo, indicaciones de seguridad para distintas presiones, temperaturas, intensidades eléctricas, etc.; cierre de válvulas antes de abrir un circuito hidráulico; etc.

#### IT 3.6 INSTRUCCIONES DE MANEJO Y MANIOBRA

1. Las instrucciones de manejo y maniobra, serán adecuadas a las características técnicas de la instalación concreta y deben servir para efectuar la puesta en marcha y parada de la instalación, de forma total o parcial, y para conseguir cualquier programa de funcionamiento y servicio previsto.
2. En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW estas instrucciones deben estar situadas en lugar visible de la sala de máquinas y locales técnicos y deben hacer referencia, entre otros, a los siguientes aspectos de la instalación: secuencia de arranque de bombas de circulación; limitación de puntas de potencia eléctrica, evitando poner en marcha simultáneamente varios motores a plena carga; utilización del sistema de enfriamiento gratuito en régimen de verano y de invierno.

### IT 3.7 INSTRUCCIONES DE FUNCIONAMIENTO

El programa de funcionamiento, será adecuado a las características técnicas de la instalación concreta con el fin de dar el servicio demandado con el mínimo consumo energético.

En el caso de instalaciones de potencia térmica nominal mayor que 70 kW comprenderá los siguientes aspectos:

- a) horario de puesta en marcha y parada de la instalación;
- b) orden de puesta en marcha y parada de los equipos;
- c) programa de modificación del régimen de funcionamiento;
- d) programa de paradas intermedias del conjunto o de parte de equipos;
- e) programa y régimen especial para los fines de semana y para condiciones especiales de uso del edificio o de condiciones exteriores excepcionales.

## 4.3. Unidades centralizadas de climatización

### 4.3.1. Uso

#### 4.3.1.1. Precauciones

En este tipo de elementos de las instalaciones, el usuario es prácticamente un sujeto pasivo al que no se le encomienda ningún tipo de actuación, salvo la precaución debida ante taladros en paramentos para no afectar a las posibles conducciones. Es aconsejable siempre consultar las instrucciones de uso entregadas en la compra de los aparatos.

#### 4.3.1.2. Prescripciones

Si se observara que los compresores trabajan en vacío o carga baja, se parará la instalación hasta la llegada del servicio técnico.

En las instalaciones con máquinas de condensación por aire (particularmente las individuales), se comprobará que la zona de expulsión de aire se mantiene libre de obstáculos y que el aparato puede realizar descarga libre.

Debe hacerse un uso racional de la energía mediante una programación adecuada del sistema, de manera que no se deberían programar temperaturas inferiores a los 23°C en verano ni superiores a esa cifra en invierno.

En caso de tratamiento de la humedad, su programación debe estar comprendida entre el 40% y el 60% de la humedad relativa.

#### 4.3.1.3. Prohibiciones

No se debe obstaculizar nunca el movimiento del aire en los difusores o rejillas de equipo.

Debe incompatibilizarse el funcionamiento del sistema con la apertura de los huecos exteriores practicables.

#### 4.3.2. Mantenimiento

##### 4.3.2.1. Por el usuario

La propiedad deberá poseer un contrato de mantenimiento con una empresa autorizada que se ocupe del mantenimiento periódico de la instalación, de manera que el usuario únicamente deberá realizar una inspección visual periódica de la unidad y sus elementos.

Únicamente dos veces al año, preferiblemente antes de la temporada de utilización, el usuario deberá comprobar los siguientes puntos, así como realizar las operaciones siguientes en la instalación:

Inspección visual de aquellas partes vistas y la posible detección de anomalías como fugas, condensaciones, corrosiones, pérdida del aislamiento, etc., con el fin de dar aviso a la empresa mantenedora.

Limpiar y adecentar exteriormente los equipos de producción sin productos abrasivos ni disolventes de los materiales plásticos de su carcasa.

En caso de apreciarse alguna de estas anomalías por parte del usuario, deberá avisarse a un instalador autorizado para que proceda a reparar los defectos encontrados y adopte las medidas oportunas.

##### 4.3.2.2. Por el profesional cualificado

Siempre que se revisen los equipos de producción, se repararán los defectos encontrados por un instalador autorizado y, en caso de que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Cada año, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, se realizará por parte de personal cualificado el mantenimiento de todos los componentes de la instalación siguiendo las instrucciones del fabricante, lo que comprende los siguientes trabajos:

La revisión y reajuste internos de estas unidades terminales, especialmente la limpieza de los serpentines y ventiladores, sustitución de filtros, comprobación de termostatos y electroválvulas y limpieza del drenaje.

## **4.4. Sistemas de conducción de agua**

### **4.4.1. Uso**

#### **4.4.1.1. Precauciones**

La instalación se mantendrá llena de agua, incluso en los periodos de no funcionamiento, para evitar oxidaciones por entrada de aire.

La bomba aceleradora se pondrá en marcha previamente al encendido de la caldera y se parará después de apagada ésta.

Se comprobará que los interruptores magnetotérmicos y diferenciales mantienen protegida la instalación y que queda totalmente parada y desconectada con la manipulación del interruptor de corte.

#### **4.4.1.2. Prescripciones**

Se vigilará el nivel de llenado del circuito de calefacción, rellenándolo cuando fuera necesario, preferiblemente con caldera de frío.

Si se observara que los rellenados de la instalación se tienen que realizar con alguna frecuencia, se deberá avisar a la empresa o instalador autorizado que subsane la fuga.

#### **4.4.1.3. Prohibiciones**

No utilizar las tuberías del tendido de calefacción otros conductos metálicos bajo ningún concepto como toma de tierra.

No manipular ningún elemento de la instalación: superficie, llaves, válvulas, etc.

No modificar las condiciones exteriores seguridad previstas en la instalación original, salvo con un proyecto específico, desarrollado por un técnico competente.

### **4.4.2. Mantenimiento**

#### **4.4.2.1. Por el usuario**

El mantenimiento deberá ser realizado por personal cualificado de la empresa responsable, de manera que el usuario únicamente deberá inspeccionar la instalación para encontrar posibles fugas. Asimismo, deberá realizar una inspección visual periódica de los sistemas de conducción.

Ante cualquier anomalía, debe dar aviso a la empresa suministradora.

#### 4.4.2.2. Por el profesional cualificado

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados por un instalador autorizado y, en caso de que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Cada cuatro años se realizará una prueba de estanqueidad y funcionamiento de la instalación de calefacción.

### 4.5. Unidades no autónomas para climatización (fancoils)

#### 4.5.1. Uso

##### 4.5.1.1. Precauciones

En este tipo de elementos de las instalaciones, el usuario es prácticamente un sujeto pasivo al que no se le encomienda ningún tipo de actuación, salvo la precaución debida ante taladros en paramentos para no afectar a las posibles conducciones.

Es aconsejable siempre consultar las instrucciones de uso entregadas en la compra de los aparatos.

##### 4.5.1.2. Prescripciones

Se comprobará durante la puesta en marcha de invierno o verano que no hay bolsas de aire en la batería.

Se comprobarán las posibles fugas del circuito hidráulico.

Debe hacerse un uso racional de la energía mediante una programación adecuada del sistema, de manera que no se deberían programar temperaturas inferiores a los 23°C en verano ni superiores a esa cifra en invierno.

En caso de tratamiento de la humedad, su programación debe estar comprendida entre el 40% y el 60% de la humedad relativa.

##### 4.5.1.3. Prohibiciones

No se debe obstaculizar nunca el movimiento del aire en los difusores o rejillas de equipo.

Debe incompatibilizarse el funcionamiento del sistema con la apertura de los huecos exteriores practicables.

## 4.5.2. Mantenimiento

### 4.5.2.1. Por el usuario

Los elementos y equipos de la instalación sólo serán manipulados por el personal del servicio técnico de la empresa suministradora.

Antes de la temporada de utilización, el usuario deberá comprobar los siguientes puntos, así como realizar las operaciones siguientes en la instalación:

- Baterías: mantener limpio el paso entre aletas evitando la acumulación de polvo, etc
- Bandejas de condensación: revisarlas una vez al año para evitar la formación de algas, etc.
- Filtro: Se revisará una vez cada tres meses para evitar que se ensucien las baterías.
- Motor: Limpiar periódicamente mediante el soplado de aire comprimido para evitar que se acumule el polvo y la grasa en su rotor.
- Limpiar y adecentar exteriormente los aparatos sin productos abrasivos ni disolventes de los materiales plásticos de su carcasa.

En caso de apreciarse alguna de estas anomalías por parte del usuario, deberá avisarse a un instalador autorizado para que proceda a reparar los defectos encontrados y adopte las medidas oportunas.

### 4.5.2.2. Por el profesional cualificado

Siempre que se revisen los aparatos, se repararán los defectos encontrados por un instalador autorizado y, en caso de que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Cada año, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, se realizará por parte de personal cualificado el mantenimiento de todos los componentes de la instalación siguiendo las instrucciones del fabricante, lo que comprende los siguientes trabajos:

La revisión y reajuste internos de estas unidades terminales, especialmente la limpieza de los serpentines y ventiladores, sustitución de filtros, comprobación de termostatos y electroválvulas y limpieza del drenaje.

## 4.6. Sistemas de conducción de aire

### 4.6.1. Uso

#### 4.6.1.1. Precauciones

Se tendrá especial cuidado en la manipulación de las rejillas y difusores de aire.

#### 4.6.1.2. Prescripciones

La propiedad recibirá planos definitivos del recorrido de los conductos que forman parte de la instalación de la climatización e indicación de las principales características de la misma. La documentación incluirá razón social y domicilio de la empresa instaladora.

#### 4.6.1.3. Prohibiciones

No se podrá modificar la instalación ni sus condiciones de uso (ampliación de la instalación, cambio de destino del edificio, etc.) ni ampliar el número de tomas sin un estudio realizado por un técnico competente.

## 4.6.2. Mantenimiento

### 4.6.2.1. Por el usuario

El mantenimiento de la instalación deberá ser realizado por un instalador autorizado de la empresa responsable.

Únicamente dos veces al año, preferiblemente antes de la temporada de utilización, el usuario deberá hacer las comprobaciones y realizar las operaciones siguientes en la instalación:

Comprobación en los conductos del estado de su aislamiento, puntos de anclaje, conexiones, limpieza, etc.

Limpieza de los conductos y difusores de aire.

En caso de apreciarse alguna de estas anomalías por parte del usuario, deberá avisarse a un instalador autorizado para que proceda a reparar los defectos encontrados y adopte las medidas oportunas.

### 4.6.2.2. Por el profesional cualificado

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados por un instalador autorizado y, en caso de que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

Cada año, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, se realizará por parte de personal cualificado el mantenimiento de todos los componentes de la instalación siguiendo las instrucciones del fabricante.

Deberán quedar reflejadas en los planos de la propiedad todas aquellas modificaciones que se produzcan como consecuencia de los trabajos de reparación de la instalación.

## 5. CONDICIONES DE MONTAJE DE LOS EQUIPOS.

### 5.1. Fan-coils de conductos.

- Adaptación de la unidad a un falso techo.

Antes de comenzar el proceso de instalación, es aconsejable familiarizarse con el plano de conjunto de la misma. Una plantilla de montaje puede servir de ayuda para preparar un plano. Todos los componentes de la instalación tienen que coordinarse en el plano.

- Precauciones de seguridad



Durante el proceso de instalación, retirar todos los residuos de los conductos para no quede nada en ellos que pueda dañar la unidad.

- Procedimiento de instalación

a) Colocar el equipo en el suelo aproximadamente encima o debajo del punto donde se vaya a instalar en el hueco del suelo o del techo. Instalación en un hueco del techo un elevador hidráulico y una escalera plegable facilitarán el trabajo.

b) Comprobar que las distancias alrededor de la unidad son suficientes para poder realizar correctamente el mantenimiento.

c) Presentar la plantilla en el techo y marcar la posición de los colgadores roscados. El método para fijar los colgadores roscados dependerá de la naturaleza y estado del techo. En caso de duda, solicitar consejo a un profesional. El diámetro máximo de los colgadores es de 8 mm.

**ADVERTENCIA:**

Para mover una unidad, no utilizar las conexiones de los tubos de agua ni los manguitos de drenaje de condensado, válvulas o tubos flexibles como puntos para agarrar.

Elevar la unidad y alinearla con los colgadores roscados. Colocar las tuercas para apoyar la unidad, pero no apretarlas.

**NOTA:**

Al llegar a este punto, no apretar las tuercas a fondo ni aplicar la unidad contra el techo. El apriete de las tuercas debe hacerse después de conectar la unidad a las tuberías y conductos y nivelarla.

d) Nivelar la unidad

Ajustar las tuercas de los colgadores de manera que la bandeja de drenaje de condensado esté aproximadamente 5 mm por debajo del lado opuesto de la unidad.

Comprobar que la pendiente es adecuada conectando un tubo transparente de 16 mm de diámetro y 2 m de longitud al manguito de drenaje. Verter un poco de agua en la bandeja de drenaje hasta que el nivel de agua en el tubo llegue al borde inferior de la bandeja de drenaje. El nivel de agua en el extremo opuesto del tubo debe estar aproximadamente 5 mm por debajo de la base de la bandeja de drenaje.

e) Tubo de drenaje de condensado

Utilizar tubo transparente de plástico para agua fría de 16 mm de diámetro interior y darle una inclinación de 20 mm/m en todo el tramo horizontal del mismo. Instalar un sifón de 50 mm (como mínimo) para evitar que gases y olores lleguen al hueco del techo.

f) Instalar difusores de aire en el hueco del techo.

Conectar los conductos de alimentación o retorno de aire a los manguitos correspondientes en el plenum del difusor y en el equipo. Una vez instalada la unidad en el falso techo y antes de ponerla en marcha, quitar la película protectora del difusor.

Los equipos se conectan a los difusores mediante conductos. La pérdida de carga en los conductos tiene que ser compatible con la capacidad de la unidad. Las superficies interiores de los conductos deben ser tan lisas como sea posible. Evitar las curvas de pequeño radio.

Comprobar que no hay fugas ni retorcimientos y que no hay suciedad o residuos de la instalación dentro de los conductos. Los residuos dentro de los conductos pueden dañar el ventilador y las compuertas de los difusores de aire.

Comprobar los reglamentos locales sobre nivel de ruido y, si es necesario, añadir algún atenuador.

g) Conectar el conducto de entrada de aire de renovación.

h) Una vez terminada la instalación, es decir, cuando esté la unidad instalada en el falso techo o hueco del suelo, los conductos de aire terminados, los colectores de agua colocados con las válvulas de cierre preparadas en los manguitos de conexión y la instalación eléctrica preparada, conectar los tubos flexibles de agua. Todos los tubos flexibles tienen un conector con tuerca de unión de 1/2 pulgada BSP, según el tamaño de la unidad. Instalar una junta entre el conector roscado y la válvula de cierre.

i) Una vez instaladas todas las unidades, abrir las válvulas de cierre de los colectores. Para purgar las baterías, quitar los tapones de plástico de la puerta de acceso a la batería y luego desenroscar ligeramente los tornillos de purga con un destornillador. Cerrar perfectamente la válvula cuando haya salido todo el aire.

j) Hacer las conexiones eléctricas.

No aplicar tensión antes de que estén hechas y aseguradas todas las conexiones y colocadas todas las tapas protectoras. Tras lo anterior, la instalación estará preparada para ponerla en marcha.

## 5.2. Equipos exteriores.

Tras la recepción de la unidad, y antes de su puesta en marcha, debe ser inspeccionada para determinar si ha sufrido daños. Comprobar si los circuitos frigoríficos están intactos, especialmente que ningún componente o tubería se ha desplazado o ha sufrido daños (por ejemplo, por efecto de un choque). En caso de duda, hacer una prueba de estanqueidad. Si se observa algún daño en la recepción, presentar inmediatamente una reclamación al transportista.

Colocación de la unidad

Consultar el Dimensiones y distancias del equipo para confirmar que hay

espacio suficiente para todas las conexiones y operaciones de servicio. Para las coordenadas del centro de gravedad, la posición de los agujeros de fijación y la distribución del peso, consultar el plano de dimensiones certificado que acompaña a la unidad. Las aplicaciones típicas de estas unidades no requieren resistencia sísmica. No se ha comprobado su resistencia sísmica.

#### PRECAUCIÓN:

Aplicar las eslingas sólo a los puntos de elevación indicados marcados en la unidad. Antes de colocar la unidad, verificar que:

- La carga admisible en el lugar es adecuada o se han aplicado los refuerzos necesarios.
- La unidad está instalada en posición horizontal sobre una superficie lisa (desnivel máximo admisible 5 mm a lo largo de ambos ejes).
- Hay un espacio libre adecuado encima de la unidad para la circulación de aire y para permitir el acceso a los componentes (véanse los planos dimensionales).
- El número de puntos de apoyo es adecuado y se encuentran en los lugares correctos.
- No hay peligro de inundaciones en el lugar de instalación.
- En instalaciones a la intemperie, donde sean probables nevadas intensas y sean normales largos períodos con temperaturas inferiores a cero grados, se han tomado medidas para impedir la acumulación de nieve levantando la unidad por encima de la altura que puede alcanzar normalmente la nieve acumulada. Puede ser necesario el uso de deflectores para desviar los vientos fuertes. Los deflectores no deben limitar la llegada de aire a la unidad.

#### PRECAUCION:

Antes de elevar la unidad, comprobar que todos los paneles exteriores están colocados y apretados. Elevar y bajar la unidad con gran cuidado. Si se inclina o sufre sacudidas, puede dañarse o resultar perjudicado su funcionamiento. Si se elevan las unidades utilizando aparejos, es aconsejable proteger las baterías contra un posible aplastamiento mientras se mueve la unidad. Utilizar tirantes o un balancín para separar las eslingas por encima de la unidad. No inclinarlas más de 15°. La unidad incluye válvulas de servicio aguas arriba y debajo de la EXV (facilitan la reparación de la EXV). No cambie el ajuste de la válvula mientras la unidad está funcionando. La unidad no debe almacenarse con estas válvulas cerradas.

#### ADVERTENCIA:

No presionar ni apalancar ninguno de los paneles exteriores. Sólo la base del chasis de la unidad se ha diseñado para soportar tales esfuerzos.

#### Comprobaciones antes de la puesta en marcha

Antes de la puesta en marcha del sistema de refrigeración, debe verificarse la instalación completa, incluyendo el sistema de refrigeración, con los planos de instalación y dimensionales, con los diagramas de tuberías e instrumentación y con los esquemas de cableado. Durante la instalación, debe seguirse la normativa nacional. En su ausencia, puede utilizarse como guía el párrafo 9-5 de la norma EN 378-2.

### Comprobaciones visuales externas de la instalación:

- Comparar la instalación completa con los diagramas del sistema de refrigeración y de la alimentación eléctrica.
- Comprobar que todos los componentes cumplen las especificaciones de diseño.
- Comprobar que se dispone de todos los documentos y equipos de seguridad exigidos por las normas europeas actuales.
- Verificar que todos los dispositivos y conjuntos de seguridad y protección medioambiental están en su sitio y cumplen las normas europeas actuales.
- Verificar que se dispone de todos los documentos para recipientes a presión: certificados, placas de características, archivos y manuales de instrucciones exigidos por las normas europeas actuales.
- Verificar que las vías de acceso y escape están libres de obstáculos.
- Verificar las instrucciones y directrices para evitar la emisión deliberada de gases de refrigerante.
- Verificar la instalación de las conexiones.
- Verificar los soportes y elementos de fijación (materiales, trazados y conexiones).
- Verificar la calidad de las soldaduras y otras uniones.
- Comprobar la protección frente a daños mecánicos.
- Comprobar la protección térmica.
- Comprobar la protección de las piezas móviles.
- Verificar la accesibilidad para el mantenimiento y las reparaciones y para inspeccionar las tuberías.
- Verificar el estado de las válvulas.
- Verificar la calidad del aislamiento térmico.

### IMPORTANTE:

Los grupos del compresor se montan flotantes sobre bloques de goma dispuestos entre el chasis de la unidad y los chasis de los subgrupos (no están a la vista). Para proteger los tubos durante el transporte, se les acopla en fábrica una brida que debe retirarse en la obra. Esta brida debe desmontarse en el lugar de instalación. La brida se identifica con anillos rojos. Una etiqueta pegada al subconjunto del compresor advierte al instalador.

**TITULO DEL PROYECTO:**

**CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE  
DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS**

**Pamplona, 18 de Octubre de 2012**

**Firmado: Pablo Irañeta de la Muela**



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Titulo del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento N° 5: PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

### ÍNDICE

1. Objeto del plan
2. Normativa aplicada
3. Datos de la obra
  - 3.1. Naturaleza de la obra
  - 3.2. Situación
  - 3.3. Superficie de actuación
  - 3.4. Numero de operarios
  - 3.5. Accesos
4. Descripción de la obra
5. Identificación de riesgos generales
  - 5.1. Derivados del emplazamiento del edificio
  - 5.2. Derivados del espacio disponible
  - 5.3. Derivados del presupuesto o del plazo
  - 5.4. Derivados de los materiales o la tecnología a emplear
  - 5.5. Riesgos especiales
6. Tareas previas
  - 6.1. Dependencias auxiliares
  - 6.2. Botiquín
  - 6.3. Instalación eléctrica de obra
  - 6.4. Instalación contra incendios
7. Identificación y prevención de riesgos durante la obra
  - 7.1. Conducción de vehículos
    - 7.1.1. Riesgos a considerar
    - 7.1.2. Medidas preventivas
    - 7.1.3. Protección personal
    - 7.1.4. Protección colectiva
  - 7.2. Izado e implantación de maquinaria
    - 7.2.1. Riesgos a considerar
    - 7.2.2. Medidas preventivas
    - 7.2.3. Protección personal
    - 7.2.4. Protección colectiva

### 7.3. Instalaciones hidráulicas

- 7.3.1. Riesgos a considerar
- 7.3.2. Medidas preventivas
- 7.3.3. Protección personal
- 7.3.4. Protección colectiva

### 7.4. Instalación de conductos

- 7.4.1. Riesgos a considerar
- 7.4.2. Medidas preventivas
- 7.4.3. Protección personal
- 7.4.4. Protección colectiva

### 7.5. Instalación eléctrica

- 7.5.1. Riesgos a considerar
- 7.5.2. Medidas preventivas
- 7.5.3. Protección personal
- 7.5.4. Protección colectiva

## 8. Medios auxiliares

### 8.1. Escaleras de mano

- 8.1.1. Riesgos a considerar
- 8.1.2. Medidas preventivas
- 8.1.3. Protección personal

### 8.2. Plataforma elevadora

- 8.2.1. Riesgos a considerar
- 8.2.2. Medidas preventivas
- 8.2.3. Protección personal

### 8.3. Maquinas y herramientas

- 8.3.1. Riesgos a considerar
- 8.3.2. Medidas preventivas
- 8.3.3. Protección personal

### 8.4. Herramientas manuales

- 8.4.1. Riesgos a considerar
- 8.4.2. Medidas preventivas
- 8.4.3. Protección personal

## 9. Asistencia sanitaria

## 10. Conclusión

## 11. Fichas, señalizaciones y material



## 1. OBJETO DEL PLAN

El presente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, tiene como finalidad identificar los riesgos laborales susceptibles de provocar accidentes o enfermedades de trabajo durante las tareas de implantación de la instalación de climatización que se llevan a cabo la nave de producción y en las oficinas.

Igualmente persigue establecer las directrices necesarias para anular aquellos riesgos de carácter previsible y minimizar los de naturaleza inevitable, de manera que se reduzcan al máximo las consecuencias que de ellos pudieran derivarse si tuvieran lugar.

El técnico que suscribe el presente documento, lo redacta por encargo de la empresa adjudicataria de los trabajos que se realizan en la obra de referencia y a los que afecta lo estipulado en este Plan de Seguridad y Salud.

## 2. NORMATIVA APLICADA

El presente Plan se ha realizado atendiendo a la siguiente Normativa y Reglamentación vigente:

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de reforma de marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo) y posteriores modificaciones.
- R.D. 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, modificado por R.D 780/1998 y desarrollado por la O.M. de 27.06.97
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 2177/2004 de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- R.D. 374/2001 de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo con posteriores modificaciones.
- R.D. 665/1997 de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- REAL DECRETO 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto (Orden de 31 de Octubre de 1984).
- Orden de 7 de Enero de 1987 por el que se establecen normas complementarias al Reglamento sobre Trabajos con Riesgo de Amianto.
- R.D. 664/1997 de 12 de Mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, modificado por el R.D. 1124/2000.
- R.D. 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis
- R.D. 488/1997 de 14 de abril, sobre trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 487/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- R.D. 486/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 485/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 286/2006, de 10 de Marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 216/1999 de 5 de Febrero, por el que se excluye la contratación de trabajadores a través de Empresas de Trabajo Temporal para la realización de trabajos de especial peligrosidad (obras de construcción entre otras actividades).
- R.D. 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- R.D. 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Convenio Colectivo General del sector de la Construcción
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción y del Metal que sea de aplicación
- Convenios de la O.I.T. ratificados por España
- Norma tecnológica NTE-ADZ/1976: "Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos". Orden de 29.12.1976, B.O.E nº7 de 8.1.1977
- Norma tecnológica NTE-CCT/1977: "Cimentaciones; contenciones; taludes". Orden de 22.11.1977, B.O.E nº289 de 3.12.1977

Además, han de considerarse otras normas de carácter preventivo con origen en otros departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, a saber:

- R.D. 1435/1992 de 27 de Noviembre y 56/1995 de 20 de enero, de aproximación de las legislaciones sobre seguridad en las máquinas.
- R.D. 1495/1986, de 26 de mayo, Reglamento de Seguridad en las Máquinas, modificado por R.D. 590/1989 y R.D. 830/1991 y complementado por la O.M. de 08.04.91 por la que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MSG-SM-1, referente a máquinas, elementos de máquinas o sistemas de protección, usados.
- R.D. 212/2002 de 22 de febrero por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- R.D. 1407/1992, O.M. 16.05.1994, R.D. 159/1995 y O.M. 20.02.1997 sobre diseño, fabricación y comercialización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 2291/1985 por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención,
- R.D. 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva instrucción técnica complementaria MIE-AEM-2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- Orden Foral 65/2000, de 11 de mayo, sobre procedimiento de obtención del carné profesional de operador de grúas torre.
- Orden de 23.05.77 por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para obras, modificado por Orden de 07.03.81.
- R.D. 1513/1991 de 11 de octubre que establece las exigencias sobre los certificados y las marcas de cables, cadenas y ganchos.
- R.D. 3151/1968 de 28 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas por la O.M. de 6.07.84
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias BT 01 a BT 51.
- R.D. 2085/1994 y R.D. 1523/1999 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Petrolíferas e Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IP 01 a MI-IP 04.
- O.M. 18.11.74 por el que se aprueba el Reglamento de Redes y Acometidas de combustibles gaseosos e Instrucciones MIG, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes

- Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas
- R.D. 494/1988 de 20 de mayo por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos que Utilizan Gas como Combustible e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-AG 1 a MIE-AG 20.
- Instrucciones sobre documentación y puesta en servicio de instalaciones receptoras de gases combustibles aprobadas por O.M. 17.12.85.
- R.D. 379/2001 de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ-001 a MIE APQ-007.
- R.D. 1078/1993 de 2 de julio por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- R.D. 363/1995 de 10 de marzo por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, modificado por R.D. 700/1998.
- R.D. 1244/1979, R.D. 473/1988, R.D. 1504/1990, R.D. 1495/1991 y R.D. 769/1999 por los que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión, Instrucciones Técnicas Complementarias MIE AP1 a MIE AP17.
- O.M. 29.11.84 por la que se aprueba la Guía para desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evacuación de locales y edificios.
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o de mercancías
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios. (CORRECCIÓN DE ERRORES DE 7/05/94)
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo.
- Real Decreto 2115/1998, sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera. 2/10/98. CORRECCIÓN ERRORES 26.03.99
- Real Decreto 1566/1999 de 8 de octubre, sobre los consejeros de seguridad para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril o por vía navegable.
- Acuerdo Internacional sobre transporte de Mercancías peligrosas por carretera (ADR) 2001. (Corrección de errores en BOE 161 de 06/07/02)

Asimismo se tendrán en cuenta todas las modificaciones, ampliaciones o interpretaciones publicadas posteriormente y relacionadas con los Decretos y Órdenes anteriormente señaladas.

### **3. DATOS DE LA OBRA**

#### **3.1. Naturaleza de la obra**

El objeto de este Plan de Seguridad hace referencia exclusivamente, a los trabajos de implantación de la instalación de climatización definida en el Proyecto Técnico correspondiente, que se está realizando en el edificio ya nombrado.

#### **3.2. Situación**

El edificio en el que se realizan las distintas instalaciones se encuentra en el término Municipal de Aoiz (Navarra), donde la Propiedad tiene su domicilio social.

#### **3.3. Superficie de actuación**

Los trabajos a realizar se reparten sobre una superficie total de actuación, en planta, de 12.222 m<sup>2</sup>.

#### **3.4. Numero de operarios**

Se prevé que el máximo número de operarios que estarán trabajando simultáneamente será de 8, repartidos por parejas, por las diferentes zonas de actuación.

La coincidencia de distintos equipos en una misma zona de trabajo se reducirá al máximo siempre y cuando resulte inevitable.

#### **3.5. Accesos**

El acceso a la parcela en la que se ubica el edificio donde se desarrollan los trabajos, se realiza por las vías del propio polígono, sin que se aprecien otros riesgos que no sean los propios de la circulación.

El acceso a las zonas de trabajo se realiza a través de puertas de amplitud suficiente; el paso de un nivel a otro se lleva a cabo por escaleras de obra amplias, despejadas y provistas de barandilla.

### **4. DESCRIPCION DE LA OBRA**

Los trabajos a realizar comprenden la implantación de maquinaria de climatización, tendido de red de tuberías e instalación de conductos para la canalización del aire, con los correspondientes elementos de difusión y aspiración. También se incluye la instalación eléctrica para fuerza y maniobra de los elementos anteriormente citados así como el sistema de control.

Si bien no existen fases diferenciadas en la ejecución de los trabajos, éstos podrían dividirse, por su naturaleza, en cuatro grupos:

- Instalación de maquinaria en su emplazamiento.
- Tendido de tubería y calorifugado de la misma.
- Instalación de las redes de conductos de aire.
- Instalación eléctrica de alimentación y maniobra.

## **5. IDENTIFICACION DE RIESGOS GENERALES**

### **5.1. Derivados del emplazamiento del edificio**

Por realizarse la instalación en el contexto de una obra de mayor envergadura, donde la concurrencia de operarios es continua en las zonas próximas a las áreas de trabajo, se presentan riesgos de daños a terceros por:

- Atropellamientos o colisiones por parte de los vehículos a emplear durante la obra.
- Caída de objetos a las zonas de paso.

Para evitar los accidentes debidos a las causas anteriormente citadas, los operarios que manejen vehículos de obra se atenderán a la señalización existente en la urbanización del complejo.

Más adelante se desarrollarán las medidas preventivas correspondientes a los aspectos concretos que incrementan el riesgo por razón del emplazamiento del edificio.

### **5.2. Derivados del espacio disponible**

Tanto el espacio destinado a la ubicación de la maquinaria como el acceso a él, son lo suficientemente amplios como para que el número máximo de operarios previsto pueda trabajar en los locales sin incremento alguno de riesgo para ellos.

El espacio existente en los espacios generales no aporta un riesgo especial para los operarios que en ellos trabajan, siempre que el Contratista tome las medidas de prevención necesarias según el riesgo de que se trate (tapado de huecos en forjados, barandillas en desniveles, etc).

### **5.3. Derivados del presupuesto o del plazo**

El presupuesto de la obra es lo suficientemente holgado como para que se observen las medidas de prevención sin mengua alguna en el mismo, en aras de un mayor beneficio.

No se impone un plazo apremiante como para que se desestimen las medidas de seguridad en favor de una mayor rapidez en la ejecución de la obra.

## **5.4. Derivados de los materiales o la tecnología a emplear**

La obra a realizar no conlleva el empleo de materiales innovadores ni tecnología específica que se aparten de lo común y que, en consecuencia, aporten un riesgo añadido por lo novedoso de los mismos.

## **5.5. Riesgos especiales**

El normal desarrollo de la obra no permite prever riesgos especiales o añadidos a los descritos anteriormente.

Se hace especial mención a los trabajos que han de desarrollarse en altura y al riesgo de atrapamiento y aplastamiento que determinadas tareas pueden conllevar. Su análisis se realiza en la descripción de riesgos de cada tarea concreta en la que concurren los mencionados lances.

# **6.- TAREAS PREVIAS**

## **6.1. Dependencias auxiliares**

La empresa adjudicataria de los trabajos incluidos en el presente Documento dispondrá de caseta de obra propia en la que sus operarios puedan cambiarse de ropa, además de guardar la herramienta.

Estará acondicionada, como mínimo, con los siguientes elementos:

- Iluminación natural y artificial adecuada a su superficie.
- Ventilación adecuada a su volumen.
- Mesas y asientos.
- Mesa caliente comidas, eléctrica.
- Cubo con tapa para depositar los desperdicios.
- Instalación de calefacción.
- Una taquilla, por cada trabajador, provista de cerradura.

Las dependencias existentes en el edificio (aseos, etc), con motivo de su construcción, se consideran suficientes para atender las necesidades de los operarios que trabajen en las mismas; se solicitará el correspondiente permiso al propietario para su uso.

## **6.2. Botiquín**

En caso de necesidad de realizar una cura de primeros auxilios a un operario, se utilizará el botiquín existente en la caseta de obra.

El botiquín contendrá, como mínimo, agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo,



antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, agujas para inyectables y termómetro clínico.

Si se agotara algún material del botiquín, el responsable de la obra deberá reponerlo para que quede completo con la mayor brevedad posible.

### **6.3. Instalacion eléctrica de obra**

Por realizarse las instalaciones englobadas en una obra de mayor envergadura, los operarios que trabajan en las mismas podrán tomar corriente de la instalación de fuerza de ésta, previa solicitud al encargado de la obra; se inspeccionará el estado y las protecciones del cuadro, revisándose las conexiones de los mecanismos y empalmes directos o indirectos de otros posibles cuadros, según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En caso de requerirse iluminación mediante luminarias portátiles se emplearán portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección para la bombilla.

Se prohibirá el conexionado de herramientas eléctricas y lámparas portátiles sin la correspondiente clavija macho – hembra. El conexionado se realizará siempre mediante enchufe provisto de toma de tierra.

Los conductores o mangueras empleadas se tenderán por el suelo, próximos a paredes, de forma que no puedan ser pisados accidentalmente. Si atravesaran zonas de paso se protegerán convenientemente. En caso de tener que realizarse empalmes entre conductores, se emplearán conectores normalizados tipo regleta y nunca forrado con cinta que no sea autovulcanizante.

No se permitirá el empleo de conductores pelados o con recubrimiento deteriorado; se comprobará que las mangueras de las herramientas que hayan de conectarse a la red estén en perfecto estado.

En general, la escasa instalación eléctrica provisional que pueda requerirse para el normal desarrollo de la obra, se realizará considerando las medidas preventivas que se concretan en el apartado correspondiente.

### **6.4. Instalación contra incendios**

Los riesgos derivados de la instalación eléctrica (corto - circuitos) así como los propios del manejo de equipos de soldadura, hacen necesaria la existencia de medios de extinción de incendios en las proximidades de las zonas de trabajo.

Previo a los trabajos de soldadura en las cercanías de materiales susceptibles de quemarse, se protegerán con mantas ignífugas que cubran completamente la superficie expuesta.

Se dispondrá un extintor manual de 6 Kg de polvo polivalente a no más de 2 m del lugar donde se estén realizando las soldaduras.



Se emplearán tantos extintores como actividades de riesgo se estén llevando a cabo. Serán de la eficacia adecuada al posible tipo de fuego que se pueda originar.

Todos los operarios conocerán el manejo del extintor así como su ubicación, con el fin de poder sofocar un incendio en la primera fase del mismo, si este se produjera.

## **7. IDENTIFICACION Y PREVENCION DE RIESGOS DURANTE LA OBRA**

### **7.1. Conducción de vehículos**

Se consideran en este apartado los riesgos de la conducción de vehículos a motor tales como los propios de los operarios para ir o volver del tajo, camionetas de la empresa contratista y camión – grúa, especialmente en el recorrido por zonas peatonales en la toma de posición para realizar los trabajos.

#### **7.1.1. Riesgos a considerar**

Los principales riesgos debidos a la conducción son los siguientes:

- Atropellos a viandantes.
- Choque contra otros vehículos en movimiento.
- Choque contra elementos estáticos, tales como vehículos parados, mobiliario urbano, construcciones, etc.
- Golpes.
- Proyección de objetos.

#### **7.1.2. Medidas preventivas**

Con carácter general, se prohibirá la conducción de vehículos a cualquier operario que no disponga del permiso de conducción adecuado en vigor.

Los operarios que vayan a conducir lo harán siguiendo estrictamente las especificaciones del Reglamento de la Dirección General de Tráfico vigente.

Cuando se pase por zonas de abundante gravilla o se sospeche que se puedan proyectar piedras u otros materiales, se reducirá la velocidad al máximo.

Una vez en las instalaciones del complejo industrial, se observarán las señalizaciones verticales y horizontales, adecuando la velocidad al tráfico de vehículos y peatones.

Cuando el camión–grúa acceda a la zona peatonal para la descarga de la maquinaria, lo hará precedido de un operario que despeje el camino de transeúntes, distanciando no menos de 10 m y siempre dentro del campo visual del conductor; la velocidad del vehículo se adecuará a la del operario–guía.

La retirada del camión-grúa una vez finalizada la tarea se realizará de idéntica forma a la descrita para la entrada.

### 7.1.3. Protección personal

Los conductores vestirán de forma adecuada y cómoda para la conducción, sin ropas que les estorben para maniobrar.

Se empleará el chaleco reflectante para abandonar el vehículo en las proximidades de las zonas de tránsito de vehículos.

El calzado será el adecuado, estando terminantemente prohibida la conducción con sandalias o descalzo.

### 7.1.4.- Protección colectiva

Se guiará el paso del camión-grúa por zonas peatonales, tanto a la entrada como a la salida; éste dispondrá de luces giratorias y sirena de retroceso.

## 7.2. Izado e implantación de maquinaria

Se analizan en este apartado los riesgos derivados de los trabajos de izado de las máquinas y su descarga mediante el camión-grúa que las transporte, una vez ubicado éste en lugar adecuado para la ejecución de los trabajos.

### 7.2.1. Riesgos a considerar

La complejidad de la operación a realizar conlleva asociada una gran cantidad de riesgos, como son:

- Vuelco del camión-grúa debido a diversos factores, tales como: fallos en la sustentación, rotura de eslingas, manipulación deficiente, sobrecarga en uso, tiro de la carga en oblicuo, viento, presencia de obstáculos fijos.
- Caídas de personas a distinto nivel, generalmente durante el manejo de los mandos y enganche de la carga.
- Caída de la carga por razones tan diversas como: un mal eslingado, oscilaciones durante el izado, deficiencias en cables, ganchos o anclajes, rotura de cables de suspensión.
- Golpes con la carga por un transporte con interferencias, operación defectuosa del gruista o tiro oblicuo de la misma.
- Atrapamientos durante los procesos de enganche o desenganche de la carga, o por caída de la misma.
- Golpes por el manejo de herramientas u objetos pesados.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con instalación eléctrica.

### 7.2.2. Medidas preventivas

Una vez emplazado el camión-grúa en el punto adecuado al trabajo a realizar, se observarán las siguientes medidas de protección:

Se rodeará la posición del vehículo con valla metálica distanciada 10 m del mismo y hasta el edificio, asegurándose de que no sea posible el paso de peatones a través del cercado.

Se verificará que el vehículo está sobre suelo firme y plano antes de proceder a su asentamiento mediante patas auxiliares; durante este proceso solo el gruista estará en las proximidades del camión, concretamente a los mandos del mismo, con el fin de evitar aplastamientos de pies con las patas del camión.

Cuando el camión deba permanecer en marcha durante el uso de la grúa para el funcionamiento de los circuitos hidráulicos de la misma, se dejará en punto muerto y se cerrarán las portezuelas para evitar el acceso de personas ajenas al mismo que puedan provocar accidentes.

El enganche de la carga se realizará por medio de personal especializado, amarrándose los ganchos a los puntos fijados por el fabricante.

Las sirgas de acero a emplear no presentarán más de un 5% de los hilos rotos; los ganchos serán de acero, normalizados, provistos de cierre de seguridad.

Estará terminantemente prohibida la elevación o suspensión de personas con la pluma de la grúa.

No se aprovechará un izado para elevar distintas cargas; no se introducirán objetos sueltos en la maquinaria para aprovechar el izado de la misma.

No se izarán cargas que, por algún motivo estén adheridas al suelo, pues podrían provocar el vuelco del vehículo.

No se intentarán desplazamientos horizontales de la carga que creen tensiones inclinadas en los cables.

Durante el izado de las máquinas a su ubicación no se permitirá la circulación de personas por el interior del recinto vallado.

El gruista estará asistido en todo momento por otro operario situado en punto de descarga, comunicados entre sí por medio de transmisión tipo “Walkie-talkie” con baterías recién cargadas, si resulta imposible la comunicación directa. Se evitarán otros medios portátiles de comunicación para evitar interferencias que puedan dar lugar a malentendidos que deriven en accidentes.

El gruista manejará los mandos desde el puesto previsto para ello, comprobando que la posición que ocupa le permite la total visibilidad del espacio que va a ocupar con la carga durante su izado.

Para el desenganche de la carga los operarios esperarán a que ésta haya tocado suelo y esté firmemente asentada sobre la base de apoyo. Para evitar accidentes durante este proceso, el gruista abandonará los mandos de la grúa hasta recibir la indicación del asistente, sólo entonces podrá proceder a la retirada de la pluma.

### 7.2.3. Protección personal

Todos los operarios llevarán casco de protección de polietileno, provisto de barbuquejo por si fuera necesaria su sujeción.

Ropa de trabajo adecuada a las condiciones climatológicas del momento; cómoda pero sin vuelos excesivos que puedan provocar enganches fortuitos.

El personal involucrado en la carga, izado y descarga de la maquinaria llevará chaleco reflectante para poder ser visto por cualquiera de los trabajadores que estén colaborando en los trabajos, y por los conductores que se acerquen por las proximidades del camión-grúa.

Botas de seguridad del material adecuado a las condiciones del terreno, de manera que se eviten los deslizamientos; a ser posible, dispondrán de puntera de acero para menguar los efectos de un aplastamiento fortuito.

Guantes de cuero que protejan las manos pero permitan trabajar con piezas relativamente pequeñas sin provocar asimientos deficientes.

Arnés de seguridad.

### 7.2.4. Protección colectiva

Se vallará la zona donde se vaya a realizar el trabajo con el camión-grúa. Se vigilará que nadie atraviese el recinto vallado durante los trabajos.

Se cuidará que ningún operario haya consumido bebidas alcohólicas o esté bajo efectos de sustancias estupefacientes.

La carga será observada en todo momento desde su enganche hasta su emplazamiento en su ubicación definitiva.

## 7.3. Instalaciones hidráulicas

En este apartado se describen los riesgos derivados de la manipulación de tuberías, elementos de la instalación hidráulica y aislamiento, así como de los medios auxiliares necesarios para el montaje de los mismos, tales como soldadura oxiacetilénica o eléctrica y herramientas diversas. Se proponen medidas preventivas tendentes a reducir el número o la importancia de los riesgos presentes.

### 7.3.1. Riesgos a considerar

Los riesgos habituales del tipo de trabajos a desarrollar no se ven potenciados por ninguna circunstancia particular de la obra; estos son:

- Caídas de altura.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos a los pies.
- Golpes por el manejo de herramientas u objetos pesados.
- Cortes.
- Sobreesfuerzos.
- Contacto con instalación eléctrica.
- Pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.
- Explosión e incendio.
- Aspiración de gases y vapores de toxicidad variable.
- Quemaduras por acción directa de llama, por contacto con piezas calientes o por proyección de materia metálica en fusión.

### 7.3.2.- Medidas preventivas

El acopio de tuberías se realizará en lugar destinado al efecto; quedarán debidamente calzadas para evitar su rodadura. Serán transportadas por dos operarios cuando su longitud exceda los 3 m.

Siempre que sea posible se mantendrán las botellas de soldadura en espacios abiertos. Las bombonas estarán bien sujetas, en posición vertical, mediante abrazaderas metálicas y protegidas de fuentes de calor y de la exposición al sol. Podrán permanecer en el carro de transporte, con las válvulas de corte protegidas por caperuzas y sujetas por cadenas.

Se comprobará periódicamente la estanqueidad de las bombonas, revisándose válvulas, canalizaciones, sopletes y las uniones entre ellos. Estas se realizarán siempre con abrazaderas metálicas. Se comprobará la ausencia de fugas en las gomas con solución jabonosa o por inmersión.

Se verificará que los equipos de soldadura dispongan de válvulas antirretroceso tanto en las botellas como en el soplete.

El soldador evitará el contacto del oxígeno con materias grasas acumuladas en manos, trapos, etc. Controlará en todo momento la dirección de la llama y apagará el soplete una vez terminada la soldadura, evitando dejarlo encendido durante las tareas de descascarillado, toma de medidas, etc. Se evitará cualquier tipo de fuego en las proximidades de las botellas.

Próximo al puesto de soldadura se colocará un extintor de 6 Kg de polvo polivalente; todos los operarios conocerán su funcionamiento.

Los equipos de soldadura serán manipulados exclusivamente por personal especializado o autorizado por el encargado de la obra.

Las zonas de trabajo estarán debidamente ordenadas, limpias y bien iluminadas; se retirarán los materiales de desecho al final de la jornada o con tanta frecuencia como sea necesario.

Se habilitarán zonas de paso de anchura suficiente incluso para el transporte de cargas; se mantendrán limpias y libres de obstáculos; las canalizaciones que deban atravesar los pasillos, cualquiera que sea su naturaleza, lo harán debidamente protegidas para evitar tropiezos o la rotura de las mismas.

En todas las tareas en las que se requiera el uso de la instalación eléctrica, se observarán las normas preventivas de carácter específico que se desarrollan en el apartado correspondiente.

Las sustancias químicas que puedan emplearse, tales como pinturas, disolventes y pegamentos, estarán almacenadas en espacios abiertos, dentro de recipientes herméticos debidamente etiquetados para conocer su contenido.

### 7.3.3. Protección individual

Los operarios llevarán casco protector de polietileno cualquiera que sea la labor que realicen; el soldador observará esta norma escrupulosamente por correr el riesgo de quemaduras en la cabeza por la proyección de metales incandescentes.

El soldador y cuantos operarios estén cerca del mismo cuando esté trabajando con oxiacetileno, llevarán gafas de seguridad con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, con montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado. Si fuera preciso, los cristales serán graduados y estarán protegidos por otros superpuestos.

Cuando los trabajos de soldadura se realicen con electricidad, los operarios que estén involucrados llevarán máscara provista de cristal inactínico ahumado para evitar los destellos y los impactos de material metálico de fusión.

En los trabajos de desbarbado y descascarillado de soldaduras, se protegerán los ojos con gafas herméticas tipo cazoleta, ajustables con banda elástica, muy eficaces contra el rebote de partículas pequeñas.

Los soldadores se protegerán con mandiles de cuero amarrados a cuello y cintura, y guantes, también de cuero, que permitan la manipulación de las piezas.

Durante los trabajos de pintado de tuberías, soldadura y aplicación de pegamento para el aislamiento, los operarios se protegerán con mascarillas respiratorias buconasales; si el aire resultará muy enrarecido por los efectos de los trabajos anteriormente citados, realizados de forma continuada, las mascarillas dispondrán de filtro mecánico y de carbón activo para humos metálicos.

No se fumará ni se encenderá fuego en presencia de productos químicos o en ambientes cargados de gases procedentes de los mismos.

Tras los trabajos con pinturas o disolventes, los operarios que los hayan manipulado deberán proceder a su higiene personal, máxime si van a comer.

Con carácter general, los operarios llevarán equipos de protección individual tales como ropa y calzado apropiados.

#### 7.3.4. Protección colectiva

Todas las áreas de trabajo estarán debidamente iluminadas, limpias y ordenadas.

Se observarán las medidas preventivas referidas a máquina-herramienta y medios auxiliares que intervengan en la ejecución de los trabajos.

### 7.4. Instalación de conductos

En este apartado se recogen los riesgos que conlleva la fabricación y montaje de las redes de conductos para canalización del aire. Los conductos a emplear serán de obra de fábrica, realizados “in situ”, de chapa de acero galvanizado, de fibra de vidrio y de aluminio flexible, tanto aislado como sin aislar. Por su sección podrán ser circulares o rectangulares.

Se describen las medidas preventivas a seguir para minimizar los riesgos descritos e incluso anularlos.

#### 7.4.1. Riesgos a considerar

Los riesgos más significativos que entrañan estos trabajos son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas desde altura.
- Contacto eléctrico en el manejo de herramientas.
- Abrasiones por roce.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes por manejo de herramientas o los propios conductos.
- Golpes por herramientas manuales.
- Caída de objetos a los pies.
- Pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.
- Proyecciones de viruta a los ojos.



### 7.4.2. Medidas preventivas

El acopio de materiales, planchas de fibra de vidrio o de acero galvanizado, se realizará en lugar adecuado al efecto, señalado por el encargado de obra. Se apilarán en posición vertical, poniéndose los medios necesarios para evitar la caída de los materiales. Se cuidará de que no entorpezcan el paso y que su manipulación sea sencilla.

Los conductos de chapa se manipularán con guantes de cuero para evitar cortes por los bordes. Las cuchillas de corte de las planchas de fibra de vidrio dispondrán de dispositivos de seguridad, y, aún así, se manipularán con especial cuidado para evitar los cortes. Los cuchillos empleados para los cortes rectos se guardarán en funda protectora después de cada uso.

Los conductos ya fabricados serán izados por dos personas cuando su longitud exceda los 2 m si son de fibra, y 1'5 m si fueran de chapa. Se observarán las normas de utilización de escaleras o andamios durante el proceso de fijación de los conductos en altura.

Cuando los trabajos deban realizarse a alturas superiores a las permitidas por la Normativa para el empleo de estos medios, se usarán plataformas elevadoras conforme a lo establecido en el apartado específico. En este caso será obligatorio portar arnés de seguridad, o bien tenerlo a mano para un rápido uso, siempre que haya riesgo de caída a distinto nivel. Se amarrará a punto fijo antes de que el trabajador se exponga a la situación de riesgo.

Se cuidará de que los soportes de las canalizaciones aéreas sean lo suficientemente rígidos para evitar la caída de las mismas, y se distanciarán lo suficiente como para que no se produzcan pandeos en los conductos.

Se habilitarán zonas de paso de anchura suficiente incluso para el transporte de cargas; se mantendrán limpias y libres de obstáculos; las canalizaciones que deban atravesar los pasillos, cualquiera que sea su naturaleza, lo harán debidamente protegidas para evitar tropiezos o la rotura de las mismas.

Se limpiarán a diario y cuantas veces sea necesario las zonas de trabajo, para eliminar los productos de desecho susceptibles de provocar accidentes.

### 7.4.3. Protección personal

Todos los operarios que vayan a manipular los conductos de chapa, tanto en el proceso de fabricación como en el de manipulación y montaje, dispondrán de guantes recios que permitan el empleo de las herramientas, conductos y medios auxiliares. Contarán asimismo con botas de seguridad tanto para minimizar el efecto de posibles golpes como para prevenir resbalones.

Los operarios que vayan a trabajar con los conductos -fabricación o montaje de los mismos- llevarán gafas de seguridad con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, con montura resistente, puente universal y protecciones laterales



de plástico perforado. Si fuera preciso, los cristales serán graduados y estarán protegidos por otros superpuestos.

Cuando los trabajos a realizar conlleven el empleo de herramientas eléctricas o se realicen en presencia de tensión, se observarán las normas de seguridad relativas a electricidad.

Con carácter general, los operarios llevarán equipos de protección individual tales como casco de polietileno y ropa de trabajo apropiada.

#### 7.4.4. Protección colectiva

Todas las áreas de trabajo estarán debidamente iluminadas, limpias y ordenadas.

Se observarán las medidas preventivas referidas a máquina–herramienta y medios auxiliares que intervengan en la ejecución de los trabajos.

### 7.5. Instalación eléctrica

En este apartado se recogen los riesgos que conlleva la ejecución de la instalación eléctrica para acometida de fuerza a equipos y maniobra y control de los mismos. Igualmente afecta a aquellas tareas provisionales necesarias para la ejecución del conjunto de la obra: suministro para herramientas, portátiles, etc. Se describen las medidas preventivas a seguir para minimizar los riesgos descritos e incluso anularlos.

#### 7.5.1. Riesgos a considerar

Los riesgos más significativos que entrañan estos trabajos son:

- Caídas al mismo nivel.
- Contacto eléctrico.
- Proyecciones o quemaduras por cortocircuitos.
- Abrasiones.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes por manejo de herramientas, conductores y guías.
- Golpes por herramientas manuales.
- Caída de objetos a los pies.
- Pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.
- Electrocutión o quemaduras por manipulación deficiente de cuadros, líneas o aparatos.
- Electrocutión o quemaduras por conexionado o empalme directo de conductores.

### 7.5.2. Medidas preventivas

Todos los trabajos a realizar en el cuadro eléctrico existente los llevará a cabo personal especializado o autorizado.

Cualquier conexionado a realizar en el cuadro eléctrico de obra se realizará quitando el suministro del circuito correspondiente; para volver a ponerlo en tensión se revisará la instalación y se dará aviso a los operarios que puedan verse afectados.

Se tenderá el tubo flexible de manera que el radio de curvatura no sea inferior a 5 veces el diámetro del mismo.

Se intentará que la tracción de guías o conductores se realice desde el suelo; si esto no fuera posible, se dispondrá una base estable o se afianzarán las escaleras; en este caso se observarán las normas de actuación en trabajo en altura.

Cuando se termine la jornada se comprobará la desconexión de todas las herramientas eléctricas, portátiles, soldaduras, etc. antes de interrumpir el suministro. Este se repondrá al inicio de la jornada tras verificarse que ningún operario esté realizando tareas que puedan resultar peligrosas estando bajo tensión. Se procederá, pues, a dar aviso a todos los trabajadores de que se restablece el suministro eléctrico.

Para realizar el conexionado de equipos de la instalación se comprobarán polaridades y todos aquellos extremos que puedan provocar cortocircuitos o explosiones al entrar en tensión. No se permitirán conexiones que no estén realizadas mediante clavija o regletero.

Se habilitarán zonas de paso de anchura suficiente incluso para el transporte de cargas; se mantendrán limpias y libres de obstáculos; las canalizaciones que deban atravesar los pasillos, cualquiera que sea su naturaleza, lo harán debidamente protegidas para evitar tropiezos o la rotura de las mismas.

Bajo ningún concepto se realizarán trabajos de electricidad con tensión en presencia de charcos, fugas de agua o con los miembros mojados.

Todas las herramientas a emplear por los electricistas en la instalación deberán contar con mango aislante, además de cumplir con las exigencias relativas a las mismas.

Se limpiarán a diario y cuantas veces sea necesario las zonas de trabajo, para eliminar los productos de desecho susceptibles de provocar accidentes.

### 7.5.3. Protección personal

Los electricistas instaladores dispondrán de guantes aislantes que permitan la manipulación de herramientas, conductores y medios auxiliares. Contarán asimismo con botas de seguridad tanto para golpes y resbalones, como para evitar el paso de la corriente.

Los operarios que vayan a realizar trabajos de electricidad llevarán gafas de seguridad con cristales incoloros, templados, curvados y ópticamente neutros, con montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado. Si fuera preciso, los cristales serán graduados y estarán protegidos por otros superpuestos. Para realizar trabajos en cuadros con tensión en alguno de los circuitos, se emplearán alfombras aislantes para impedir el paso de la corriente.

Los electricistas llevarán consigo comprobadores de tensión para determinar cuando sea preciso la presencia o ausencia de la misma.

Con carácter general, los operarios llevarán equipos de protección individual tales como casco de polietileno y ropa de trabajo apropiada.

#### 7.5.4. Protección colectiva

Todas las áreas de trabajo estarán debidamente iluminadas, limpias y ordenadas.

Se observarán las medidas preventivas referidas a máquina-herramienta y medios auxiliares que intervengan en la ejecución de los trabajos.

## 8. MEDIOS AUXILIARES

Se describen a continuación los riesgos que comporta la utilización de medios auxiliares necesarios para la ejecución de la instalación en cualquiera de sus fases, exponiéndose a continuación las normas a observar para eliminarlos en la medida de lo posible.

### 8.1. Escaleras de mano

La altura en los locales afectados por la obra es tal que requerirá el empleo de escaleras de mano en no pocas ocasiones.

Se prevé que los tipos de escalera a usar sean de tijera o rectas, construidas en madera o metal (generalmente aluminio).

#### 8.1.1. Riesgos a considerar

Los riesgos que lleva implícito el uso de cualquier tipo de escalera son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento.
- Vuelco lateral.
- Rotura.
- Golpes.
- Otros derivados de su uso incorrecto.

### 8.1.2. Medidas preventivas

No se emplearán escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m de desnivel.

Cuando se trabaje a alturas superiores a 3'5 m, el trabajador se afianzará mediante arnés a punto fijo resistente. Si esto no fuera posible, se descartará el empleo de la escalera en beneficio de otros medios de mayor seguridad (andamio o plataforma elevadora).

Todas las escaleras que se empleen en cualquiera de las fases de la obra dispondrán de zapatas antideslizantes; contarán, además, con articulación superior y cadenilla de limitación de apertura si son de tijera.

Las escaleras de mano se sujetarán firmemente al nivel superior al que den acceso; el extremo superior de la misma rebasará aquel en 1 m. Se cuidará que el apoyo inferior asiente firmemente en el suelo, y que este no sea resbaladizo o susceptible de ceder bajo el peso.

La instalación de la escalera será tal que los apoyos de la misma guardarán una relación de 4 a 1 entre el desnivel salvado y la distancia horizontal del apoyo en suelo con la vertical del apoyo superior.

Queda terminantemente prohibido el empleo conjunto de una escalera por parte de dos o más operarios. El ascenso o descenso de los peldaños se realizará de frente a ellos; los trabajos a realizar encaramados a la escalera se realizarán de frente a ellos.

Se prohibirá el transporte de cargas sobre las escaleras; la manipulación de las mismas se llevará a cabo con las debidas precauciones para evitar golpes a personas u objetos. Tampoco se permitirá su uso como borriquetas para la improvisación de andamios.

Las escaleras de madera serán de construcción robusta, con largueros de una sola pieza y peldaños ensamblados, nunca clavados únicamente. Mantendrán su color natural, protegido con barniz si fuera el caso, para evitar que la pintura oculte posibles defectos.

Las escaleras metálicas presentarán un buen estado, sin deformaciones, abolladuras, óxido, reparaciones con soldadura o cualquier otro síntoma que pueda hacer dudar de su fiabilidad.

Al final de la jornada se guardarán en lugar cerrado o protegidas contra la intemperie.

### 8.1.3. Protección personal

Bastará con que los operarios lleven los equipos de protección personal generales para el desarrollo de la obra: casco de polietileno, calzado antideslizante y

ropa cómoda pero no holgada, que pueda favorecer enganches en la misma. Se empleará el arnés de seguridad con carácter general.

## **8.2. Plataforma elevadora**

Se describen, a continuación, los riesgos inherentes al manejo de este medio auxiliar, y se proponen las medidas que se consideran adecuadas para su eliminación.

### **8.2.1. Riesgos a prevenir**

Se consideran los siguientes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Vuelco lateral.
- Atropello.
- Golpes.
- Contacto eléctrico.
- Pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.
- Atrapamientos durante los ascensos y descensos de la plataforma.
- Otros derivados de su uso incorrecto.

### **8.3.2.- Medidas preventivas**

Tendrá una anchura mínima de 60 cm, y estará provista de barandilla resistente de 90 cm de alto, barras intermedias y rodapié de no menos de 15 cm.

Contará con dispositivo de frenado automático para permitir la subida o bajada del personal.

Dispondrá de sirena acústica para avisar a quienes estén detrás cuando retroceda.

No subirán a la plataforma más operarios de los que estén indicados por el fabricante, y se afianzarán a la barandilla mediante arnés de seguridad; no se cargará con materiales que superen el máximo peso soportado por el equipo.

No se instalarán andamios ni plataformas sobre la propia del vehículo, para alcanzar alturas superiores a la máxima para la que esté diseñada la máquina.

Será obligatorio portar arnés de seguridad, o bien tenerlo a mano para un rápido uso, siempre que haya riesgo de caída a distinto nivel. Se amarrará a punto fijo antes de que el trabajador se exponga a la situación de riesgo.

Para su desplazamiento por el interior de los locales, la plataforma estará en la posición más baja; se prohibirá taxativamente el desplazamiento del vehículo con la tijera desplegada. Tampoco se permitirá la circulación del vehículo cuando transporte piezas que sobresalgan de la plataforma y el espacio por el que deba transitar no sea lo suficientemente holgado.

Cuando deba trasladarse la plataforma, se bajarán todos los operarios, a excepción del conductor, que caminarán detrás del vehículo.

El conductor manejará el aparato con destreza, adecuando la velocidad del mismo a las condiciones de tránsito de la zona por la que circule, y reduciendo la velocidad cuando la visibilidad disminuya (cruces, etc.).

Las herramientas eléctricas que se empleen en la plataforma elevadora, serán desenchufadas cuando ésta deba desplazarse, y se recogerá el cable en el interior de la misma; podrán ser enchufadas una vez se sitúe el equipo bajo el área de trabajo y quede totalmente parado.

El izado y descenso de la plataforma será lento, de manera que no se produzcan colisiones contra salientes ni aplastamientos a operarios ocasionalmente situados bajo el aparato. Los ocupantes de la plataforma darán aviso del inicio del descenso de la misma antes de emprenderlo, asegurándose de que nadie resulte golpeado por ella o atrapado por la tijera.

La plataforma se emplazará bajo el punto de trabajo antes de subir; se procurará que la precisión sea tal que permita realizar la tarea sin forzar la postura del operario, ni mucho menos que tenga que asomarse a través de la barandilla para alcanzar el área de trabajo.

En lo referente a la instalación eléctrica propia del vehículo, así como al conexionado a la red, se observará lo establecido en los apartados 7.5 y 8.3 del presente Plan de Seguridad.

El suelo de la plataforma se mantendrá limpio y despejado para facilitar el movimiento por la misma.

### 8.2.3. Protección personal

Los equipos de protección individual a emplear para el trabajo en la plataforma elevadora serán los de carácter general: casco, guantes y botas de seguridad, ropa de trabajo cómoda pero no holgada y arnés para la sujeción del personal a la barandilla otros elementos de protección vendrán dados por la naturaleza del trabajo que se vaya a desarrollar con ella.

### 8.3. Maquinas y herramientas

En este apartado se hace un repaso genérico de los riesgos que comporta la manipulación de herramientas eléctricas, así como las medidas de prevención adecuadas para disminuirlos al máximo.

Las herramientas cuyo empleo se prevé en la obra son: taladro portátil, esmeriladora y bomba de vacío.

#### 8.3.1. Riesgos a prevenir

Los riesgos asociados al empleo de estas herramientas más comunes, son:

- Cortes, golpes y erosiones.
- Quemaduras.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto directo o indirecto con energía eléctrica.
- Ruidos y vibraciones.

#### 8.3.2. Medidas preventivas

Las herramientas eléctricas a emplear en la obra cumplirán lo establecido en el Real Decreto 1215/97, dispondrán del Marcado CE y Declaración “CE” de Conformidad para máquinas.

Estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento; si no fuera así, las carcasas dispondrán de toma de tierra.

Los motores estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios del aparato contra riesgos de atrapamientos o contactos eléctricos. Se comprobará periódicamente el estado de las protecciones.

Las herramientas eléctricas serán manejadas exclusivamente por personal cualificado, en previsión de accidentes por impericia.

Se comprobará el estado del cableado, asegurándose la ausencia de faltas de aislamiento o cables desnudos. Las mangueras de conexión no discurrirán por zonas de paso, pues podrían provocar tropezones entre el resto del personal, con el riesgo que ello conlleva, además de producir maniobras bruscas por tirón en el operador del equipo.

El conexionado de cualquier herramienta eléctrica a la red se realizará con la manguera del propio aparato provista de clavija, a la base de enchufes prevista para ello. En caso de ser preciso prolongar el cable, se emplearán alargaderas con clavija y enchufe; se prohibirán expresamente los empalmes directos protegidos con cinta adhesiva.

Cualquier herramienta eléctrica que se encuentre en mal estado, deberá ser reparada por personal especializado, y nunca bajo tensión.

Las máquinas/herramientas con capacidad de corte dispondrán de protección de disco para evitar proyecciones. Cuando se apaguen se verificará que el disco ha dejado de girar antes de dejarla sobre el banco de trabajo. Si no se prevé su inminente utilización, se le cortará el suministro eléctrico. Se desconectará obligatoriamente antes de cambiar el disco.

Cuando se vayan a emplear taladros, se comprobará el correcto montaje de la broca; durante el uso no se realizarán maniobras extrañas que puedan provocar la rotura de la misma. No se abandonará el taladro hasta que la broca haya dejado de girar. Si no se prevé su inmediata utilización, se le cortará el suministro eléctrico. Igualmente se desconectará antes de proceder al cambio de broca.

### 8.3.3. Protección personal

Los equipos de protección individual a emplear para el trabajo con herramientas eléctricas serán los de carácter general, tales como casco de polietileno, guantes y botas de seguridad y ropa de trabajo cómoda pero no holgada.

Se emplearán específicamente gafas de protección contra proyecciones, mascarilla filtrante y protectores auditivos, estos últimos con cuando la duración de los trabajos o su intensidad aconsejen tales medidas (no serían necesarios para trabajos puntuales).

## 8.4. Herramientas manuales

Se definen a continuación los riesgos que entraña el uso de herramientas manuales y las medidas de prevención necesarias para evitarlos.

Además de las de uso habitual (martillos, llaves, etc.), otras herramientas específicas para la instalación que nos ocupa, son: abocardador, corta-tubos y curvadora.

### 8.4.1. Riesgos a considerar

Los accidentes más comunes derivados del uso de herramientas manuales, son:

- Golpes en las manos y en los pies.
- Cortes en las manos.
- Atrapamientos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.



### 8.4.2. Medidas preventivas

Las herramientas se utilizarán exclusivamente para aquellos trabajos para los que han sido concebidas, y nunca se emplearán para otros usos ni sufrirán transformaciones para ello.

Antes de ser utilizadas, se revisarán minuciosamente para detectar posibles fallos o anomalías. Se mantendrán limpias de aceites, grasas y cualquier sustancia que favorezca el deslizamiento.

Para evitar la pérdida o caída de las herramientas, se colocarán en estantes, portaherramientas o similares. Durante su utilización se mantendrán recogidas, evitándose dejarlas de forma arbitraria entre uso y uso. Las herramientas punzantes y cortantes dispondrán de funda para quedar recogidas sin peligro. No se llevarán herramientas en los bolsillos de la ropa de trabajo.

Cuando se vaya a utilizar una herramienta novedosa, se instruirá debidamente al operador de la misma, si no hubiera uno cualificado para ello.

### 8.4.3. Protección personal

Se emplearán los equipos de protección personal generales (casco, guantes y botas de seguridad), así como cinturones portaherramientas y gafas de protección contra la proyección de partículas.

## 9. ASISTENCIA SANITARIA

Para los primeros auxilios se dispone en obra de un botiquín con el material indicado en la Reglamentación vigente.

Todos los trabajadores conocerán la ubicación de la lista de teléfonos de urgencia, así como del emplazamiento del teléfono más próximo

Los trabajadores sabrán a que Mutua o Centro Médico deben evacuar o ser evacuados en caso de accidente.

## 10. CONCLUSION

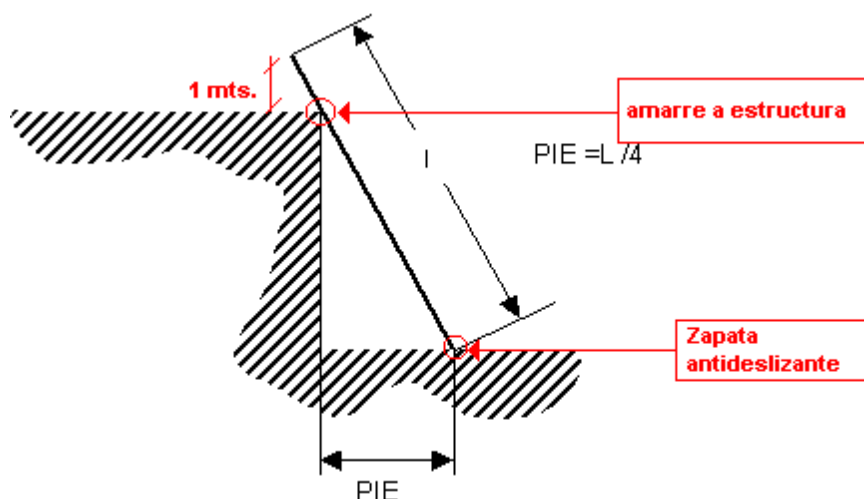
Con todo lo expuesto, se considera que la prevención de riesgos en la obra que nos ocupa queda cubierta, a falta de que tanto trabajadores como responsables hagan uso del presente Plan para eliminar o reducir los riesgos considerados.

## 11. FICHAS, SEÑALIZACIONES Y MATERIAL

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
<b>I.T. - M.A. - 01</b>	<b>ESCALERAS SIMPLES</b>		Fecha: Revisión N° 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída del personal</li> <li>• Deslizamiento por incorrecto apoyo</li> <li>• Vuelco lateral por apoyo irregular</li> <li>• Rotura por defectos ocultos</li> <li>• Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.</li> <li>• Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad y se apoyarán sobre superficies sólidas y bien niveladas.</li> <li>• Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.</li> <li>• Estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso. Se evitarán apoyarlas sobre pilares circulares, y en caso de ser necesario se anclarán de forma que la escalera no pueda girar sobre la superficie del pilar.</li> <li>• Sobrepasarán como mínimo 1 metro la altura a salvar. No se deberán ocupar los últimos peldaños.</li> <li>• Se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior <math>\frac{1}{4}</math> de la longitud del larguero entre apoyos.</li> <li>• Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.</li> <li>• Estarán fuera de las zonas de paso</li> <li>• El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano cuando salven alturas superiores a 3 metros se realizará dotado de cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paralelo.</li> <li>• Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg. sobre escaleras de mano.</li> <li>• El acceso de operarios a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente, utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).</li> <li>• Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza sin defectos ni nudos y con peldaños ensamblados.</li> <li>• Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.</li> <li>• Antes de iniciar la subida debe comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.</li> <li>• En las escaleras no debe haber nunca más de una persona. Si tuvieran que subir varias personas por la misma escalera, a un andamio por ejemplo, se esperará a que el compañero anterior haya dejado libre la escalera, para empezar a subir.</li> <li>• Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el</li> </ul>			

equilibrio.

- Desplazar la escalera tantas veces como sea necesario, de forma que los puntos a alcanzar no obliguen al operario a estirarse con el consiguiente riesgo de caída.
- Si se ha de trabajar sobre una escalera situada frente a una puerta. Bloquear la puerta, o en caso de no ser posible, señalizar la presencia de hombres trabajando al otro lado.
- El transporte de la escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropieza con obstáculos. La parte de la delantera de la escalera deberá llevarse baja.
- Para transportar una escalera larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.
- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- No pintar las escaleras portátiles. Pueden ocultar a la vista defectos o anomalías.



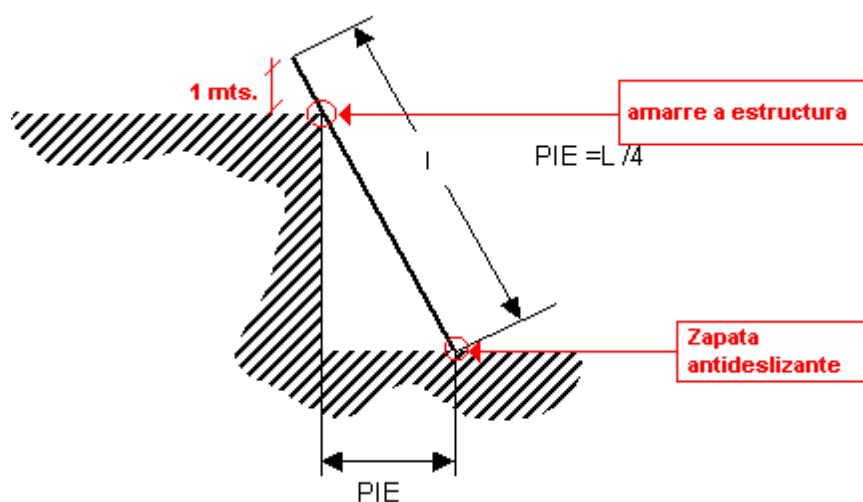
	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 02	<b>ESCALERA DE TIJERA</b>		Fecha: Revisión N° 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída del personal</li> <li>• Deslizamiento por incorrecto apoyo</li> <li>• Vuelco lateral por apoyo irregular</li> <li>• Rotura por defectos ocultos</li> <li>• Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las escaleras de tijera, para garantizar que no se abrirán accidentalmente, deberán contar con una correa fuerte que una los dos peldaños opuestos o dos correas que una los largueros.</li> <li>• No utilizar una cuerda cualquiera para sujetar los peldaños opuestos.</li> <li>• Al utilizar la escalera de tijera los dos lados de la misma, deberán quedar totalmente abiertos, de forma que las correas queden totalmente tensas.</li> <li>• Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.</li> <li>• Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad y se apoyarán sobre superficies sólidas y bien niveladas.</li> <li>• Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.</li> <li>• Sobrepasarán como mínimo 1 metro la altura a salvar. No se deberán ocupar los últimos peldaños.</li> <li>• Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.</li> <li>• Estarán fuera de las zonas de paso</li> <li>• El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano cuando salven alturas superiores a 3 metros se realizará dotado de cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paralelo.</li> <li>• El operario, nunca debe colocarse "a caballo" sobre la escalera.</li> <li>• Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg sobre escaleras de mano.</li> <li>• El acceso de operarios a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente, utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).</li> <li>• Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza sin defectos ni nudos y con peldaños ensamblados.</li> <li>• Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.</li> <li>• Antes de iniciar la subida debe comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.</li> <li>• Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio.</li> <li>• Desplazar la escalera tantas veces como sea necesario, de forma que los puntos a alcanzar no obliguen al operario a estirarse con el consiguiente riesgo de caída.</li> <li>• Si se ha de trabajar sobre una escalera situada frente a una puerta. Bloquear la puerta, o</li> </ul>			

en caso de no ser posible, señalar la presencia de hombres trabajando al otro lado.

- El transporte de la escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte de la delantera de la escalera deberá llevarse baja.
- Para transportar una escalera larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.
- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- No pintar las escaleras portátiles. Pueden ocultar a la vista defectos o anomalías

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 03	<b>ESCALERAS EXTENSIBLES</b>		Fecha: Revisión Nº 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída del personal</li> <li>• Deslizamiento por incorrecto apoyo</li> <li>• Vuelco lateral por apoyo irregular</li> <li>• Rotura por defectos ocultos</li> <li>• Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las escaleras de tijera, para garantizar que no se abrirán accidentalmente, deberán contar con una correa fuerte que una los dos peldaños opuestos o dos correas que una los largueros.</li> <li>• No utilizar una cuerda cualquiera para sujetar los peldaños opuestos.</li> <li>• Al utilizar la escalera de tijera los dos lados de la misma, deberán quedar totalmente abiertos, de forma que las correas queden totalmente tensas.</li> <li>• Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 metros.</li> <li>• Estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad y se apoyarán sobre superficies sólidas y bien niveladas.</li> <li>• Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.</li> <li>• Sobrepasarán como mínimo 1 metro la altura a salvar. No se deberán ocupar los últimos peldaños.</li> <li>• Se colocarán apartadas de elementos móviles que puedan derribarlas.</li> <li>• Estarán fuera de las zonas de paso</li> <li>• El ascenso y descenso a través de las escaleras de mano cuando salven alturas superiores a 3 metros se realizará dotado de cinturón de seguridad amarrado a un cable de seguridad paralelo por el que circulará libremente un mecanismo paralelo.</li> <li>• El operario, nunca debe colocarse "a caballo" sobre la escalera.</li> <li>• Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro) iguales o superiores a 25 kg sobre escaleras de mano.</li> <li>• El acceso de operarios a través de las escaleras de mano se efectuará frontalmente, utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).</li> <li>• Si son de madera, los largueros serán de una sola pieza sin defectos ni nudos y con peldaños ensamblados.</li> <li>• Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.</li> <li>• Antes de iniciar la subida debe comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.</li> <li>• Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio.</li> <li>• Desplazar la escalera tantas veces como sea necesario, de forma que los puntos a alcanzar no obliguen al operario a estirarse con el consiguiente riesgo de caída.</li> <li>• Si se ha de trabajar sobre una escalera situada frente a una puerta. Bloquear la puerta, o</li> </ul>			

- en caso de no ser posible, señalar la presencia de hombres trabajando al otro lado.
- El transporte de la escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte de la delantera de la escalera deberá llevarse baja.
  - Para transportar una escalera larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.
  - Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
  - No pintar las escaleras portátiles. Pueden ocultar a la vista defectos o anomalías



	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 04	<b>ANDAMIOS TUBULARES</b>		Fecha: Revisión N° 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas a distinto nivel</li> <li>• Caídas al vacío</li> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Atrapamiento durante el montaje</li> <li>• Desplome o caída de objetos</li> <li>• Golpes por objetos o herramientas</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los andamios se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que puedan hacer perder el equilibrio a los trabajadores</li> <li>• Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables</li> <li>• Las plataformas de trabajo, ubicadas a 2 metros o más de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cms. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.</li> <li>• Las plataformas de trabajo tendrán 60 cms de anchura, mínimo.</li> <li>• Los tabloncillos que formen la plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma que puedan apreciarse los defectos por uso y no resbalen.</li> <li>• Los tabloncillos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios se apoyarán sobre talones de reparto de cargas.</li> <li>• No se apoyarán los andamios sobre bidones, pilas de materiales diversos, torretas de madera diversas.</li> <li>• Se delimitará la zona de trabajo, evitando el paso del personal por debajo.</li> <li>• Se protegerá el riesgo de caída de objetos sobre la vía pública, mediante redes tensas verticales.</li> <li>• Los andamios deberán ser capaces de soportar cuatro veces la carga máxima prevista.</li> <li>• No depositar pesos violentamente sobre los andamios</li> <li>• No realizar movimientos violentos sobre los andamios.</li> <li>• Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios.</li> <li>• Se prohíbe saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.</li> <li>• No se sobrecargará el andamio con materiales.</li> <li>• No habrá en el andamio más personal del estrictamente necesario</li> <li>• Se prohíbe abandonar en las plataformas de trabajo materiales o herramientas.</li> <li>• La distancia de separación entre un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.</li> <li>• Se tenderán cables de seguridad anclados a "puntos fuertes" de la estructura en los que amarrar el el fiador del cinturón de seguridad, necesario para la permanencia o paso por los andamios.</li> <li>• No se trabajará en la andamiada bajo régimen de vientos fuertes, lluvia intensa o nieve.</li> </ul>			



- Se restringirá el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
- Un solo operario nunca se efectuará trabajos sobre andamios, siempre habrá otro fuera del andamio que controle los trabajos y pueda ayudar en caso de accidente.
- No se realizarán trabajos simultáneos a distinto nivel y en la misma vertical.

**Durante el montaje de los andamios:**

- No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
- Las barras, módulos tubulares, tablonos, etc. se izarán mediante cuerdas o eslingas.
- Se señalarán las zonas de influencia mientras duren las operaciones de montaje y desmontaje de los andamios

**FORMA INCORRECTA DE ASENTAMIENTO DE ANDAMIOS**

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 06	<b>TRACTEL</b>		Fecha: Revisión Nº 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de objetos en suspensión</li> <li>• Choques y golpes con objetos en suspensión</li> <li>• Cortes</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tractel será manejado por un solo operario, relevándose con otro si el esfuerzo es prolongado.</li> <li>• Compruebe antes de comenzar el trabajo:</li> <li>• La capacidad del aparato</li> <li>• Peso de la pieza a mover</li> <li>• El estado de los cables, ganchos y elementos auxiliares (I.T. – M.A. – 07 / I.T. - M.A. – 08 / I.T. - M.A – 09).</li> <li>• El tractel será manipulado únicamente por personal experto</li> <li>• No utilizar nunca el aparato como elemento de retenida en maniobras de equipo pesado, cuando cualquier fallo de otros elementos de ayuda a la misma pueda suponer un aumento importante en la carga a soportar por aquel.</li> <li>• No utilizar el aparato como elemento de sujeción fija en cables tensores de fijación para plumas, cabrias, pórticos, etc previstos para maniobras pesadas.</li> <li>• No utilizar nunca el aparato como elemento de izado en maniobras combinadas entre sí (dos o tres aparatos) o con otros elementos de izado cuando el peso a elevar sobrepase la capacidad de cualquiera de ellos, pretendiendo distribuir parte de la carga a soportar por la imposibilidad de reparto proporcional de esfuerzos.</li> <li>• No se sitúe en los ángulos agudos o de "reenvío" (cambio de dirección guiados por poleas), en trabajos de arrastre de piezas pesadas, aunque el peso de las mismas sea asequible a la capacidad del aparato (posible aumento de la resistencia ofrecida por la pieza por adherencia u obstrucciones y consiguiente rotura de las poleas abiertas o sus elementos de fijación).</li> <li>• Efectúe las operaciones de carga, transporte y descarga con suavidad.</li> <li>• Engrase periódicamente con grasa consistente el tractel, levante la carcasa y compruebe el estado de los diversos elementos del mecanismo.</li> <li>• Si ha de utilizar otros medios auxiliares tales como eslingas, cadenas o cables, atienda a las correspondientes ITS (I.T. – M.A. – 07 / I.T. - M.A. – 08 / I.T. - M.A – 09).</li> <li>• Utilice guantes de cuero para el preparado de la carga.</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guantes de cuero</li> </ul>			

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 07	<b>ESLINGAS TEXTILES</b>		Fecha: Revisión N° 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes de objetos</li> <li>• Caída de objetos</li> <li>• Cortes</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de utilizar la eslinga comprobar su correcto estado.</li> <li>• No emplear más que eslingas perfectamente identificadas por lo que se refiere al material con que están construidas y a su carga máxima de utilización, al objeto de no sobrecargarlas nunca.</li> <li>• La eslinga deberá contar con una anchura comprendida entre los 50 y los 300 mm.</li> <li>• Elegir la eslinga atendiendo al tipo de carga a elevar. Para ello, se deberá tener en cuenta tanto el peso de la carga a elevar como la carga máxima de utilización.</li> <li>• No utilizarlas en lugares donde existan temperaturas elevadas o riesgo de contacto con productos químicos. Si su utilización en estos lugares resultara inevitable, deberá consultarse con el fabricante.</li> <li>• Las eslingas se engancharán de forma que descansen en el fondo de la curvatura del gancho y uno en la punta.</li> <li>• Evitar los dobleces excesivos de las eslingas.</li> <li>• Interponer, entre la eslinga y los cantos vivos, materiales blandos (madera, caucho, trapos, cuero etc.).</li> <li>• Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.</li> <li>• Toda eslinga que se ensucie o impregne de cualquier producto, durante su uso, deberá lavarse inmediatamente con agua fría.</li> <li>• Verificar todas las eslingas antes de ser puestas en servicio. Poner fuera de servicio todas aquellas que estén en mal estado.</li> <li>• Cerciorarse de que no existen cortes transversales o longitudinales, abrasión en los bordes, deficiencias en las costuras, daños en los anillos u ojales...</li> <li>• Detectar el ataque químico (en cuyo caso las fibras de la superficie se sueltan por simple frotamiento).</li> <li>• Después de usar la eslinga, colocarla sobre un soporte, de forma que no estén en contacto directo con el suelo. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho y subir éste hasta el máximo.</li> <li>• Se evitará almacenar o secar las eslingas textiles cerca de fuentes de calor intenso. Deberán almacenarse al abrigo de la intemperie, del sol y demás fuentes de radiaciones ultravioleta.</li> <li>• Cuando se deba mover una eslinga, aflojarla lo suficiente para desplazarla sin que roce contra la carga.</li> <li>• No tratar de desplazar una eslinga situándose bajo la carga.</li> <li>• No elevar las cargas de forma brusca.</li> <li>• Nunca colocarse bajo una carga suspendida</li> </ul> <b>GANCHOS</b>			

- Los ganchos que se vayan a utilizar deberán estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
- Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
- Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
- Los ganchos de las eslingas deben llevar un dispositivo de seguridad, no emplear jamás una "S"; puede abrirse y, en consecuencia, provocar la caída de la carga.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Calzado de protección con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo que no quede floja, sin partes colgantes ni sueltas

### - GANCHO DE OJO DE ALTA RESISTENCIA



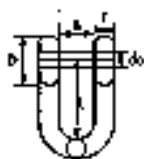
Medidas - Size (mm)

Carga max. de trabajo W.L.L	A	B	D	E	L	R	Peso uni.(Kg) Weight each
1	37	19	73	24	110	81	0,24
1,5	44	23	80	26	125	93	0,36
2	51	28	92	27	151	104	0,5
3	61	31	104	31	162	119	0,77
4,5	74	39	125	38	201	146	1,5
7	97	51	165	47	256	187	3

## - GRILLETE DE ALTA RESISTENCIA



Medidas - Size (mm)



**Carga  
max.  
de  
trabajo  
W.L.L**

**in**

**mm**

**A**

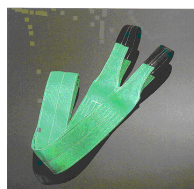
**B**

**C**

**D**

**Peso  
uni.(Kg)  
Weight  
each**

0,75	5/16	8	31	13	21	9	0,08
1,00	3/8	9,5	36	16	26	11	0,14
1,50	7/16	11,1	42	18	29	12	0,22
2,00	1/2	12,7	47	20	33	16	0,34
3,25	5/8	15,9	60	27	43	19	0,65
4,75	3/4	19	71	31	51	22	1
6,50	7/8	22,2	84	36	58	25	1,6
8,50	1	25,4	95	43	68	28	2,4
9,50	11/8	28,6	108	46	74	31	3,2
12,00	11/4	31,8	119	51	82	35	4,4
13,50	13/8	34,9	133	57	92	38	5,8
17,00	11/2	38,1	146	60	98	41	8
25,00	13/4	44,4	177	73	127	51	13



## CARGA DE TRABAJO

**Factor de seguridad  
Safety factor  
7:1**



0□ a 45□



46□  
60□

a

Mod.	Mm	x1	x2	x0,8	x1,4	x1
CYE1000	30	1.000	2.000	800	1.400	1.000
CYE2000	60	2.000	4.000	1.600	2.800	2.000
CYE3000	90	3.000	6.000	2.400	4.200	3.000
CYE4000	120	4.000	8.000	3.200	5.600	4.000
CYE5000	150	5.000	10.000	4.000	7.000	5.000
CYE6000	180	6.000	12.000	4.800	8.400	6.000

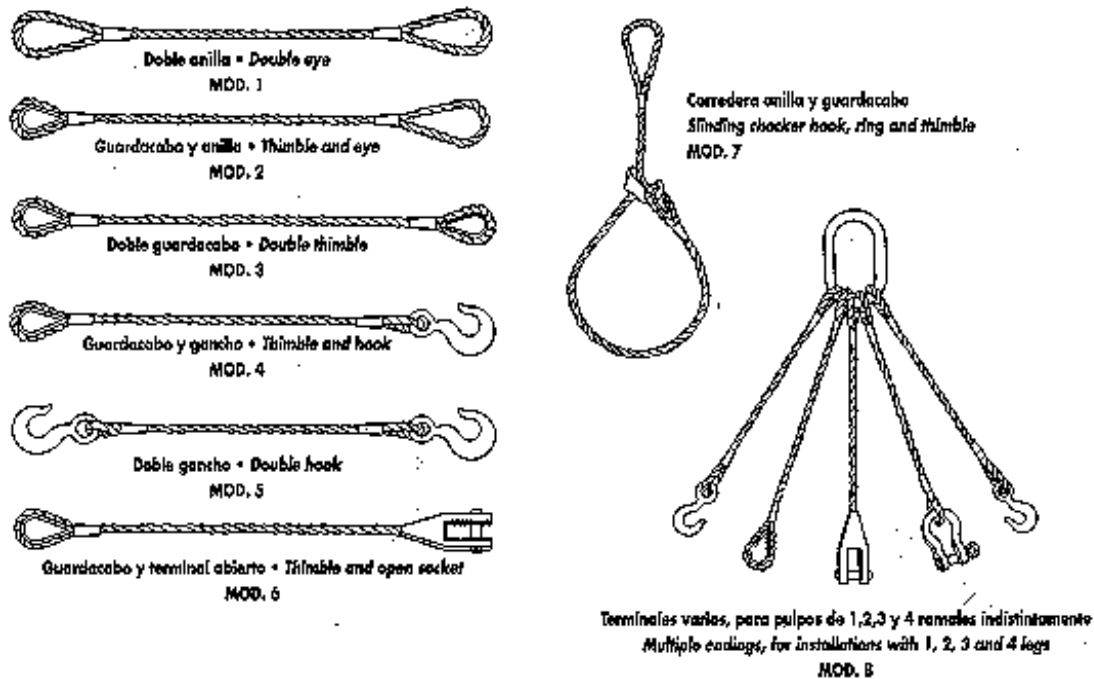
	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 08	<b>CABLES DE ACERO</b>		Fecha: Revisión N° 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes de objetos</li> <li>• Caída de objetos</li> <li>• Cortes</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atender a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación a la hora de elegir el tipo de cable adecuado a utilizar.</li> <li>• Atender a los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables, para evitar su deterioro.</li> <li>• Utilizar poleas con un diámetro al menos 22 veces superior al del cable.</li> <li>• Antes del corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y el descableado general. Se realizarán, a cada lado del lugar donde se realizará el corte, 4 ligaduras repartidas en un paso de cableado.</li> <li>• Antes de proceder a la utilización del cable, asegurarse de que la resistencia es la adecuada. Este dato debe constar en la etiqueta que identifica el cable.</li> <li>• Desenrollar el cable haciéndolo rodar por el suelo, fijando el extremo libre de alguna manera, nunca tirar del extremo libre. O bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.</li> <li>• Para enrollar el cable, se actuará de la misma forma pero a la inversa.</li> <li>• Lubricar los cables con el tipo de grasa recomendada por el fabricante.</li> <li>• Examinar periódicamente toda la longitud de los cables.</li> <li>• Limpiar periódicamente los cables para retirar costras y suciedad.</li> <li>• Examinar las partes más expuestas al deterioro o que presenten alambres rotos estando el cable en reposo.</li> <li>• Nunca hay que colocarse bajo una carga suspendida</li> <li>• Motivos que causarán la retirada de cables:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotura de un cordón Existencia de nudos</li> <li>• Reducción anormal y localizada del diámetro</li> <li>• Disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera que alcance el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.</li> <li>• Número de alambres rotos visibles que alcanza el 20% del número total de hilos de los cables, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.</li> <li>• Disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, que alcanza el 40% de la sección total del cordón.</li> </ul> </li> <li>□ <b>SUJETACABLES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los cables siempre se unirán mediante el uso de guardacabos y mordazas sujeta-cables. El modelo a utilizar será el adecuado según el diámetro del cable a unir.</li> <li>• Para la confección de un anillo terminal u ojal.</li> <li>• Colocar el primer sujeta-cables lo más cerca posible del anillo, de forma que el ramal que trabaja a tracción quede situado en la garganta del cuerpo del sujeta-cables y el ramal</li> </ul> </li> </ul>			

inerte en la garganta del estribo.

- Colocar los siguientes sujeta-cables a una distancia comprendida entre 6 y 8 veces el diámetro del cable.
- Tensar alternativamente las tuercas de las mordazas sin excesos y utilizando llaves normales.
- Después de la primera carga se controlará de nuevo la tensión de las tuercas y se realizarán comprobaciones periódicas con frecuencia.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL






- Casco de seguridad
- Calzado de protección con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo que no quede floja, sin partes colgantes ni sueltas.



- En el caso de utilizar eslingas con perrillos o sujeta-cables es necesario considerar el número de ellos con arreglo a la siguiente relación.

DEL CABLE EN MM	CABLE TEXTIL	CON ALMA	CABLE METALICA	CON ALMA
De 5 a 12	3		4	
De 12 a 20	4		5	
De 20 a 25	5		6	
De 25 a 30	6		7	
De 30 a 50	7		8	

La distancia entre perrillos A debe ser 6 veces del diámetro del cable:  $A = 6 \phi$

Diámetro del Cable mm.	Vertical 	Suspensión doble 	ángulo 	Angulo 	ángulo 
10	910	1.820	1.680	1.290	910
12	1.350	2.700	2.490	1.910	1.350
14	1.890	3.780	3.490	2.670	1.890
16	2.485	4.870	4.590	3.515	2.485
18	3.120	6.240	5.765	4.413	3.120
20	3.880	7.760	7.170	5.490	3.880
22	4.715	9.430	8.710	6.670	4.715
24	5.570	11.140	10.290	7.880	5.570
26	6.590	13.180	12.175	9.320	6.590
28	7.545	15.090	13.940	10.670	7.545
30	8.735	17.470	16.140	12.355	8.735
32	9.945	19.890	18.375	14.065	9.945
36	12.485	24.970	23.070	17.660	12.485
40	15.870	31.740	29.320	22.450	15.870



	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MEDIOS AUXILIARES</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M.A. - 09	<b>CADENAS</b>		Fecha: Revisión N° 0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída de objetos</li> <li>• Golpes por objetos</li> <li>• Atrapamientos entre objetos</li> <li>• Aplastamiento</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de utilizar la cadena, verificar su correcto estado. Retirar aquellas cadenas cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5% por efecto del desgaste o que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto (Figuras 1 y 2).</li> <li>• Se recomienda el uso de una anilla para unir el gancho de elevación y la cadena. Esta anilla no se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta del mismo.</li> <li>• Bajo carga, la cadena debe quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.</li> <li>• La cadena deberá quedar protegida frente a las aristas vivas.</li> <li>• Evitar los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.</li> <li>• Tener en cuenta que la cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.</li> <li>• Evitar arrastrar las cadenas por el suelo e incluso depositarlas en él.</li> <li>• No colocarse, en ningún caso, bajo una carga suspendida.</li> <li>• Solamente deben utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.</li> <li>• Nunca se deformará un gancho para aumentar la capacidad de paso de la cadena. Retirar todos aquellos ganchos que están deformados, abiertos o doblados.</li> <li>• Los esfuerzos de mantenimiento de la carga, deberán ser soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.</li> <li>• Si la cadena es utilizada con ejes transversales o pórticos, no exceder bajo ningún concepto la capacidad de carga de los mismos</li> <li>• No utilizar cadenas anudadas.</li> <li>• Mantener las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación convenientemente engrasadas.</li> <li>• Lubricar las cadenas convenientemente con el tipo de grasa recomendada por el fabricante.</li> <li>• Almacenar las cadenas de forma que no estén en contacto directo con el suelo, suspendiéndolos de soportes de madera con perfil redondeado o depositándolas sobre estacas o paletas.</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casco de seguridad</li> <li>• Calzado de protección con puntera reforzada</li> <li>• Guantes de cuero</li> </ul>			

- Ropa de trabajo que no quede floja, sin partes colgantes ni sueltas

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 20	<b>VEHÍCULOS</b>		Fecha: Revisión Nª0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Accidentes in itinere</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No es suficiente ser prudente. Hay que tener en cuenta las posibles imprudencias de los demás.</li> <li>• En los cruces sin buena visibilidad, aunque tenga preferencia de paso, no se fíe. Evitará así el accidente que pueda provocar el imprudente.</li> <li>• En las gloriets, circular por el lado derecho del elemento central, los que se hallen dentro de la vía circular tendrán preferencia de paso sobre los que pretendan acceder a ellas.</li> <li>• Pasos a nivel</li> <li>• En la fase de aproximación se debe:</li> <li>• Observar la señalización (vertical o luminosa)</li> <li>• Extremar la prudencia</li> <li>• Reducir la velocidad por debajo de la máxima permitida</li> <li>• No adelantar (está prohibido)</li> <li>• En la fase de posición de entrada se debe tener en cuenta:</li> <li>• Si al llegar está cerrado o las barreras en movimiento, se detendrá en el lado derecho hasta tener paso libre.</li> <li>• Antes de cruzar la vía hay que asegurarse de que no existe riesgo de que el vehículo quede detenido o inmovilizado dentro del paso a nivel.</li> <li>• Aun teniendo preferencia de paso, se procurará facilitar la incorporación de los vehículos que pretendan acceder a la vía por la que se circule, siempre que el conductor no se vea obligado a modificar bruscamente la velocidad o trayectoria (levantando el pie del acelerador o frenando suavemente).</li> <li>• En los casos en los que se debe ceder el paso a la derecha, la preferencia se verificará siempre ateniéndose a la señalización que la regule y en su defecto, se está obligado a cederlo a los vehículos que se aproximen por la derecha, salvo en los siguientes supuestos, en que tendrán preferencia de paso.</li> <li>• Los vehículos que circulen por una vía pavimentada frente a los precedentes de otra sin pavimentar.</li> <li>• En las gloriets, los que se hallen dentro de la vía circular sobre los que pretendan acceder a ella.</li> <li>• El cinturón de seguridad es de uso obligatorio tanto si se circula por carretera como por ciudad.</li> <li>• Todo conductor está obligado a respetar los límites de velocidad establecidos y a tener en cuenta, además, sus propias condiciones físicas y psíquicas, las características y el estado de la vía, del vehículo y de su carga y de las condiciones meteorológicas, ambientales y de circulación y, en general, cuantas circunstancias concurren en cada momento, de tal forma que pueda detenerlo dentro de su campo de visión.</li> <li>• Para adelantar a otro vehículo, debemos mirar por el espejo retrovisor para asegurarnos de que nadie intenta adelantarnos. Estimar luego qué velocidad lleva el vehículo que intentamos pasar y si la distancia del que viene detrás nos permite el adelantamiento. Después haremos la señal de adelantamiento con el piloto izquierdo, aceleraremos y procederemos a adelantar en el menor tiempo posible, Una vez realizada la maniobra, procederemos a volver al carril derecho</li> </ul>			

sin brusquedad.

- Cuando otro vehículo pida paso, facilite el adelantamiento.
- Al tomar curvas con escasa visibilidad, acérquese lo máximo posible a la derecha porque podría aparecer otro vehículo en sentido contrario invadiendo el carril por el que usted circula.
- Cuando circule detrás de otro vehículo mantenga siempre las distancias de seguridad en previsión de que el que marcha delante pueda realizar una brusca frenada. No se fíe demasiado de sus frenos.
- Señale anticipadamente los cambios de dirección.
- Transporte de mercancías peligrosas por carretera.

### **SITUACIONES DE MÁXIMO RIESGO**

- **Si sus frenos fallan bajando una cuesta**

Accione intermitentemente el pedal de forma rápida y frecuente, actuando con el freno de mano de manera progresiva y no violentamente. Cambie de marcha para aprovechar la acción frenadora del motor, y si fuese necesario desvíe su coche fuera de la carretera.

- **Si un neumático revienta cuando va circulando a gran velocidad en línea recta.**

No pise el freno. Sujete firmemente el volante con las dos manos y gire lo necesario para mantener la dirección del vehículo, mientras va levantando suavemente el pie del acelerador, sin brusquedad.

- **Si su coche patina por una carretera de pavimento húmedo conduciendo a gran velocidad.**

No toque el pedal del freno ni levante el pie del acelerador. Gire enseguida el volante en la misma dirección en que se mueven las ruedas traseras al deslizarse, y tan pronto como el coche comience a enderezarse, gírelo en dirección opuesta, disminuya la velocidad frenando suavemente.

- **Si los faros de otro coche le deslumbran**

No mire nunca directamente a los faros que le deslumbran, y gire ligeramente la cabeza, mirando hacia el borde derecho de la carretera.- Cuando haya pasado el vehículo, encienda las luces largas.

- **Si un coche en dirección contraria viene a su encuentro**

Pulse fuertemente el claxon y encienda sus faros, en caso negativo, gire rápidamente a su derecha, aunque se salga de la calzada.

- **Si le parece inevitable una colisión frontal contra otro automóvil, un árbol o una pared**

Pise a fondo el freno y cierre la llave de contacto para anular la posibilidad de incendio. Échese a un lado para evitar el golpe rígido contra el volante, pero si es posible no lo suelte. El copiloto se agachará con los brazos sobre el salpicadero, y los pasajeros de atrás se echarán de lado en el suelo, apoyando la espalda en los asientos delanteros y protegiendo la cabeza con los brazos. Pero la mejor protección es el cinturón de seguridad.

- **Si su coche se incendia**

Corte el incendio del motor y apártese a un lado de la carretera, frenando el coche y haciendo salir a todos los ocupantes. Sofoque las llamas con el extintor, una manta, ropa, tierras o arena, pero nunca con agua. Si el fuego se acerca al depósito de gasolina, aléjese rápidamente para evitar los peligros de la explosión.

- **Si se cae al agua**

Trate de salir por una puerta o ventana mientras el coche aún flota. Si el coche se hunde por el morro, hágalo por la ventana trasera, rompiéndola con un objeto duro o con un fuerte puñetazo en el centro. Sólo podrá abrir la puerta del coche cuando éste, ya esté casi inundado; entonces, haga una profunda inspiración y abra la puerta.

- **Si a su coche se le para el motor en un paso a nivel**  
Coloque enseguida la segunda velocidad, suelte el embrague, y haga funcionar de manera continua el motor de arranque.
- **Si de noche sus faros se apagan repentinamente**  
Deténgase lo antes posible y si distingue la carretera apártese a un lado, preseñalizando su coche.
- **Si el parabrisas de su coche se rompe quedándose, en décimas de segundo, sin visibilidad alguna**  
Un fuerte puñetazo al parabrisas, abriendo así una ventana que le permita ver la carretera.
- **Si mientras un coche intenta adelantarle, otro automóvil viene en sentido contrario**  
Aumente o disminuya su velocidad y apártese hacia la derecha, dependiendo de si el coche está adelantando y le da tiempo, o a comenzado ya la maniobra de adelantamiento.
- **Si ha entrado usted a demasiada velocidad en una curva**  
Pise el freno varias veces. Mientras toma la curva acelere ligeramente. Si ve que su coche empieza a patinar, al mismo tiempo que mantiene su pie derecho en el acelerador, pise el freno ligeramente con el pie izquierdo.
- **Si una persona cae al suelo delante de sus ruedas**  
No frene en seco. En todo caso, pise el pedal del freno pero levante el pie al instante.
- **Si durante la noche se ve obligado a detenerse**  
Coloque el triángulo en el suelo de 30 a 40 metros de distancia detrás del coche, mientras repara o espera la llegada de auxilio, con el coche situado al margen de la carretera.
- **Si se ve obligado a salir de la calzada**  
No frene de golpe ni trate de volver inmediatamente a la calzada, pues esto podría hacerle volcar. Suelte el acelerador y sujete firmemente el volante, para mantener el control del coche, virando ligeramente a la izquierda. Cuando haya disminuido la velocidad o parado, y después de asegurarse de que no vienen vehículos en ninguna dirección, vuelva prudentemente a la carretera.
- **Si una avista se ha metido en su automóvil**  
No se altere ni pierda la calma, pues la excitación nerviosa puede producir un accidente. No aparte la vista de la carretera ni suelte las manos del volante. Detenga tranquilamente su automóvil, apartándose de la carretera, y procura alejar el insecto.
- **Si un perro se cruza en la carretera**  
No se debe maniobrar ni frenar bruscamente para evitar a un perro u otro animal pequeño que se cruce en el camino. Para evitar el atropello, mire a lo lejos, a fin de localizar al animal con la mayor antelación posible y toque el claxon.

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <u>MÁQUINAS</u>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 18	<b>PLATAFORMA ELEVADORA</b>		Fecha: Revisión Nº0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas a distinto nivel desde la plataforma de trabajo</li> <li>• Contacto eléctrico con cables aéreos</li> <li>• Electrocución por salto de corriente desde los cables</li> <li>• Vuelco de la plataforma</li> <li>• Atropello con la plataforma</li> <li>• Caída de materiales desde la plataforma</li> <li>• Incendio</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de la puesta en marcha, verificar el correcto estado de la plataforma elevadora.</li> <li>• Utilice cinturón de seguridad a la hora de trabajar en la plataforma.</li> <li>• No atar el cinturón de seguridad a elementos estáticos exteriores a la plataforma</li> <li>• No sobrecargar la plataforma por encima de los límites establecidos por el fabricante.</li> <li>• No trepar por la barandilla de protección de la plataforma para intentar conseguir más altura.</li> <li>• No trepar por la barandilla de protección de la plataforma para intentar conseguir más altura.</li> <li>• No trepar por las barras del pantógrafo para subir o bajar de la plataforma si se encuentra elevada.</li> <li>• Mantener la plataforma limpia de sustancias que puedan hacerle resbalar o tropezar.</li> <li>• No permitir que personal de tierra utilice los mandos de abajo si la plataforma está ocupada.</li> <li>• Manejar la plataforma despacio, con precaución y mirando en la dirección de movimiento.</li> <li>• Observar la situación de la zona de trabajo y zona de desplazamiento para asegurarse de que no existen cables aéreos o si existen asegurase, antes de trabajar, de que han sido desconectados y puestos a tierra por la compañía suministradora.</li> <li>• Tenga en cuenta que puede ser electrocutado sin llegar a tocar los cables por el efecto del salto de corriente, para evitar esto, mantenga la plataforma alejada como mínimo 6 metros de los cables existentes, medidos con la pluma estirada en su máxima longitud.</li> <li>• La plataforma y la pluma no están aisladas, así que pueden actuar como conductoras de corriente, poniendo en grave riesgo a las personas.</li> <li>• Si no tiene conocimiento de los riesgos eléctricos, no utilice la plataforma en zonas con cableado eléctrico aéreo.</li> <li>• No se fíe de los dispositivos de seguridad ante contactos eléctricos, ya que pueden fallar, sea prudente y no sobrevalore sus posibilidades.</li> <li>• Si es necesario coloque una barrera física o algún tope limitador de altura que impida entrar en contacto con los cables o que se produzca salto de corriente.</li> <li>• La puesta a tierra de la plataforma no es suficiente. No confíe.</li> <li>• Tener en cuenta que puede existir viento que mueva los cables con el consiguiente riesgo de entrar en contacto con la plataforma.</li> <li>• En caso de contacto o salto de corriente:</li> <li>• Avisar a las personas que se encuentren en las inmediaciones para que nadie se acerque.</li> </ul>			

- Intentar deshacer el contacto desde los mandos de la plataforma.
- Si el operador no es capaz de deshacer el contacto, no tocar los mandos inferiores hasta que la línea haya sido desconectada.
- No volver a utilizar la plataforma hasta que haya sido revisada y comprobada por el distribuidor.
- Revisar la zona por la que va a desplazarse con la plataforma antes de iniciar el movimiento para comprobar posibles desniveles, terrenos con distinta resistencia, elementos que puedan perforar las ruedas, etc.
- No estacionar la plataforma cerca de desniveles o sobre terrenos con baja resistencia.
- Comprobar que la pluma está en la dirección de desplazamiento y que tiene perfecta visibilidad del camino a seguir.
- Esté atento al entorno donde trabaja, sepa cómo es todo lo que le rodea antes de realizar cualquier movimiento con la plataforma. Vigile que no existen objetos o cables que puedan enrollarse en la plataforma.
- No colocarse donde existan obstáculos por encima con los que pueda tropezar, ni situarse en posturas en las que pueda quedar atrapado entre la plataforma y elementos que están sobre usted. Tener iguales precauciones a la hora de desplazarse.
- No retire adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma o en la plataforma y tenga en cuenta que hay que seguirlos al pie de la letra.
- Ante cualquier situación de peligro o problemas provocados por las condiciones meteorológicas, se deben parar los trabajos.
- No iniciar trabajos si se han presentado problemas y no está seguro que han sido subsanados.
- Apagar el motor antes de iniciar el repostaje.
- No permitir que ninguna persona carente de la necesaria cualificación, autorización o formación utilice la plataforma.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de carga y pueden provocar el vuelco de la máquina o averías en la estructura de la plataforma.
- Utilice los mandos inferiores de control prioritario sólo en caso de emergencia.



	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
<b>I.T. - M. - 01</b>	<b>ESMERIL</b>		Fecha: Revisión N°0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de objetos en manipulación.</li> <li>• Caídas de objetos desprendidos</li> <li>• Choques y contactos contra elementos móviles de la máquina</li> <li>• Proyección de fragmentos y partículas</li> <li>• Contactos eléctricos</li> <li>• Incendios</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de realizar cualquier trabajo en la máquina sacar la clavija de la base del enchufe.</li> <li>• Controlar cuantos deterioros posibles existan en el cable de alimentación; si se produjeran mandar el cable a un especialista.</li> <li>• No sobre cargar la herramienta; trabajará mejor y con mayor seguridad observando el campo de potencia indicado.</li> <li>• Enchufar la máquina a la red solamente en posición desconectada</li> <li>• Mantener siempre el cable separado del radio de acción de la máquina</li> <li>• Emplear siempre el asidero adicional</li> <li>• Para tronzar o desbastar, emplear siempre la cobertura de protección</li> <li>• Al esmerilar, tener cuidado con la cola de chispas, pues existe peligro de incendio con materias inflamables.</li> <li>• El polvo que se produce al trabajar en piedras con contenido de ácido silícico cristalino es perjudicial para la salud.</li> <li>• No se deben esmerilar materiales con contenido de amianto. Observar normas que sobre seguridad y salubridad dicte el comité correspondiente.</li> <li>• Al tronzar, esmerilar o cepillar, emplear siempre las gafas de protección, se recomienda adicionalmente el empleo de guantes y protectores auditivos</li> <li>• Al esmerilar, emplear un soporte de trabajo seguro</li> <li>• Al esmerilar no es preciso presionar sobre la pieza, desplazar de arriba a abajo regularmente sobre la pieza el disco de esmerilar.</li> <li>• Para esmerilar superficies planas, emplear el platillo de material sintético con hoja de esmerilar.</li> <li>• Antes de poner en marcha la máquina tiene que estar bien apretada la tuerca brida.</li> <li>• Para mejorar la seguridad del usuario, será indicado utilizar en algunas ocasiones especiales un protector magnético (30mA), ejem.- sobrecarga por humedad o gran acumulación de suciedad por partículas conductoras del aparato.</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protectores auditivos</li> <li>• Gafas de protección</li> <li>• Guantes</li> <li>• Calzado de seguridad</li> </ul>			



	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
<b>I.T. - M. - 02</b>	<b>MÁQUINA DE ROSCAR FIJA</b>		<b>Fecha:</b> <b>Revisión N°0</b>
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes</li> <li>• Golpes</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Proyecciones</li> <li>• Contactos eléctricos</li> <li>• Ruido</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo y despejada de materiales combustibles.</li> <li>• No colocar la máquina en zonas que puedan interrumpir el tránsito de personas o maquinaria.</li> <li>• Colocar la máquina a una distancia mínima de 3 metros del borde de los forjados, taludes o desniveles.</li> <li>• Colocar los materiales lo más cerca posible de la máquina para evitar movimientos innecesarios que supongan sobreesfuerzos.</li> <li>• Utilizar una brocha o un cepillo para limpiar las birutas de la máquina.</li> <li>• Nunca colocar los útiles por detrás de la máquina</li> <li>• Mantener la zona cortante bien afilada</li> <li>• Es conveniente instalar una protección telescópica que cubra la zona cortante, para evitar todo contacto con el operario por accidente.</li> <li>• Se debe instalar un dispositivo para casos de emergencia que esté al alcance inmediato del operario.</li> <li>• Toda pieza con la que se trabaje debe ajustarse con firmeza y seguridad en la mesa de la máquina de roscar antes de ponerla en marcha. En ningún caso ha de sujetarse la pieza con la mano a pulso.</li> <li>• Antes de poner en marcha la máquina, hay que asegurarse de que se han retirado todas las herramientas y materiales sueltos.</li> <li>• Si ha de abandonar la máquina roscadora, no la deje nunca en marcha.</li> <li>• Utilizar ropa ajustada y llevar sujetos los cabellos.</li> <li>• Toma a tierra de la máquina y de las carcasas metálicas que la forman, en caso de que la máquina no tenga doble aislamiento.</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gafas de seguridad</li> <li>• Botas de seguridad</li> <li>• Casco</li> <li>• Protecciones auditivas</li> <li>• Guantes</li> </ul>			

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 03	<b>MÁQUINA DE ROSCAR MÓVIL</b>		Fecha: Revisión N°0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> Atrapamiento por elementos móviles <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes</li> <li>• Golpes</li> <li>• Vibraciones</li> <li>• Proyección de partículas del material sobre el que se trabaja</li> <li>• Proyección de partículas por rotura de útiles</li> <li>• Contacto eléctrico</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo</li> <li>• Mantener las brocas bien afiladas</li> <li>• Mantener siempre la herramienta en la mano cuando se trabaje y no sostener a pulso el material sobre el que se trabaja.</li> <li>• No dejar la máquina roscadora en el suelo de cualquier forma y conectada a la fuente de energía.</li> <li>• Si se trabaja en zonas con riesgo de caída de altura utilizar las protecciones colectivas.</li> <li>• Toma a tierra de la máquina y de las carcasas metálicas que la forman en caso de que la máquina roscadora no tenga doble aislamiento.</li> <li>• Mangos de material aislante</li> <li>• Utilizar medios auxiliares adecuados para acceder al lugar de trabajo y para trabajar</li> <li>• Las aberturas de ventilación de la máquina deben estar perfectamente despejadas.</li> <li>• No llevar guantes ni ropas flojas.</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Casco de seguridad</li> <li>• Gafas de seguridad</li> <li>• Protectores auditivos</li> <li>• Botas de seguridad</li> </ul>			

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 04	<b>CURVADORA</b> <b>MANUAL</b>	<b>HIDRAÚLICA</b>	Fecha: Revisión N°0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrapamiento por elementos móviles</li> <li>• Cortes con las piezas a curvar</li> <li>• Golpes</li> <li>• Contacto eléctrico</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo</li> <li>• Utilizar prendas de trabajo ajustadas y recogerse los cabellos</li> </ul>			

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 07	<b>TALADRO PORTÁTIL</b>		Fecha: Revisión N°0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con la energía eléctrica</li> <li>• Atrapamiento</li> <li>• Erosiones en las manos</li> <li>• Cortes</li> <li>• Golpes por fragmentos en el cuerpo</li> <li>• Los derivados de la rotura o el mal montaje de la broca</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elija siempre la broca adecuada para el material a taladrar.</li> <li>• No intente realizar taladros inclinados a pulso, puede fracturarse la broca y producirle lesiones.</li> <li>• El desmontaje y montaje de brocas no lo haga sujetando el mandril aún en movimiento directamente con la mano. Utilice la llave.</li> <li>• No intente realizar un taladro en una sola maniobra. Primero marque el punto a horadar con un puntero, segundo aplique la broca y emboquille. Ya puede seguir taladrando.</li> <li>• No presiones el aparato excesivamente, por ello no terminará el agujero antes. La broca puede romperse y causarle lesiones.</li> <li>• Las labores sobre banco ejecútelas ubicando la máquina sobre el soporte adecuado para ello.</li> <li>• Desconecte el taladro de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones para el cambio de broca.</li> <li>• Las taladradoras manuales estarán dotadas de doble aislamiento eléctrico.</li> <li>• La conexión o suministro eléctrico a los taladros portátiles, se realizará mediante manguera antihumedad a partir del cuadro de planta, dotada con clavijas macho/hembra estancadas.</li> </ul>			

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 08	<b>CALADORA</b>		Fecha: Revisión N°0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes.</li> <li>• Golpes por fragmentos en el cuerpo.</li> <li>• Los derivados de la rotura de la sierra o mal montaje de la misma.</li> <li>• Erosiones en las manos.</li> <li>• Contacto con la energía eléctrica.</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elija siempre la sierra adecuada para trabajar.</li> <li>• Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo.</li> <li>• Mantener las sierras bien afiladas.</li> <li>• Es conveniente instalar una protección telescópica que cubra la broca y el husillo, para evitar todo contacto con el operario por accidente.</li> <li>• Se debe disponer un dispositivo de parada para casos de emergencia, que esté al alcance inmediato del operario.</li> <li>• Toda pieza, por pequeña que sea, debe sujetarse con firmeza y seguridad en la mesa de la caladora antes de ponerla en marcha. En ningún caso ha de sujetarse la pieza con la mano.</li> <li>• Antes de poner en marcha la máquina, hay que asegurarse de que se han retirado todas las herramientas y materiales sueltos.</li> <li>• Siempre que se tenga que abandonar la caladora se deberá desconectar la corriente y asegurarse de que la máquina está parada.</li> <li>• Utilizar ropa ajustada y llevar sujetos los cabellos</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gafas de seguridad.</li> <li>• Botas de seguridad. Protectores auditivos</li> </ul>			

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <b>MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 09	<b>SOLDADORA ELÉCTRICA</b>		Fecha: Revisión Nº0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caída.</li> <li>• Atrapamientos entre objetos.</li> <li>• Aplastamiento de manos por objetos pesados.</li> <li>• Los derivados de caminar sobre la perfilería en altura.</li> <li>• Derrumbe de la estructura.</li> <li>• Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.</li> <li>• Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.</li> <li>• Quemaduras.</li> <li>• Contacto con la energía eléctrica.</li> <li>• Proyección de partículas.</li> <li>• Heridas en los ojos por cuerpos extraños.</li> <li>• Pisadas sobre objetos punzantes</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.</li> <li>• Las vigas y pilares "presentados", quedarán fijados e inmovilizados mediante husillos de inmovilización, (codales, eslingas, etc.), hasta concluido el punteo de soldadura.</li> <li>• No se elevará en esta obra una nueva altura, hasta haber concluido el cordón de soldadura de la cota punteada.</li> <li>• Se tendrán redes ignífugas horizontales entre las crujías que se estén montando, ubicadas por debajo de la cota de montaje.</li> <li>• Se suspenderán los trabajos de soldadura en montaje de estructuras con vientos iguales o superiores a 660 km/h.</li> <li>• Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo régimen de lluvias.</li> <li>• Se tenderán entre los pilares, de forma horizontal, cables de seguridad anclados, por los que se deslizarán los mecanismos paracaídas de los cinturones de seguridad cuando se camine sobre las jácenas o vigas de estructura.</li> <li>• El taller de soldadura tendrá una ventilación directa y constante, en prevención de los riesgos por trabajar en le interior de atmósferas tóxicas.</li> <li>• Las operaciones de soldadura a realizar en zonas muy conductoras (húmedas), no se realizarán con tensiones superiores a 50 v. El grupo de soldadura estará en el exterior del recinto en el que se efectúe la operación de soldar.</li> <li>• Las operaciones de soldadura a realizar en condiciones normales no se realizarán con tensiones superiores a 150v., si los equipos están alimentados por corriente continua.</li> <li>• El banco de soldadura fija, tendrá aspiración forzada instalada junto al punto de soldadura.</li> <li>• El taller de soldadura estará dotado de un extintor de polvo químico seco y sobre la hoja de la puerta, señales normalizadas de "riesgo eléctrico" y "riesgo de incendios".</li> <li>• Protéjase con el yelmo de soldar o pantalla de mano siempre que suelde.</li> <li>• No mire directamente al arco voltaico.</li> <li>• No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producirle graves lesiones en los ojos.</li> </ul>			

- Suelde siempre en un lugar bien ventilado.
- No utilice el grupo de soldar sin que lleve instalado el protector de clemas. Evitará el riesgo de electrocución.
- Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
- Escoja el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar.
- Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Calzado de protección con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Yelmo de soldar o pantalla de mano.
- Ropa de trabajo que no quede floja, sin partes colgantes ni sueltas.

	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD</b> <u>MÁQUINAS</u>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 10	<b>SOPLETES</b>		Fecha: Revisión N°0

### RIESGOS MÁS FRECUENTES:

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de objetos en manipulación.</li> <li>• Caídas de objetos desprendidos.</li> <li>• Caída</li> <li>• Atrapamientos entre objetos..</li> <li>• Proyección de fragmentos o partículas.</li> <li>• Los derivados de caminar sobre la perfilera en altura.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrumbe de la estructura.</li> <li>• Exposición a temperaturas extremas.</li> <li>• Quemaduras.</li> <li>• Pisadas sobre objetos punzantes.</li> <li>• Explosión.</li> <li>• Incendios.</li> <li>• Inhalación o ingestión de sustancias nocivas.</li> </ul> |
|---|---|

### MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Todas las botellas, y en especial las de acetileno, deben estar siempre alejadas del calor o puestas a la sombra cuando hace sol.
- Botellas fijas sobre un carro o atadas contra una pared o columna.
- Colocar las botellas distantes del equipo eléctrico y de lugares calientes.
- Nunca se utilizará una llama para localizar escapes en las canalizaciones de oxígeno o acetileno. Se utilizará agua jabonosa.
- Una botella jamás debe contener otro gas que no sea aquel para el que ha sido fabricada.
- Hay que cerrarla siempre después de usarla incluso cuando se considera que la botella ha quedado vacía, ya que aún queda algo del gas que contenía.
- La distancia del lugar de trabajo a las botellas no debería ser menor de 10 metros, reducibles a 5 metros si se tienen protecciones contra las radiaciones de calor o en trabajos al exterior.
- Los sopletes deben tener boquillas apropiadas y en buen estado. Si hay que limpiarlas, se debe usar una aguja de latón para no deformarlas.

- Para encender un soplete las presiones deben estar cuidadosamente reguladas. Abrir ligeramente la espita de oxígeno, abrir mucho la espita de acetileno, encender la llama que presentará un ancho excesivo de acetileno y regularla hasta obtener un dardo correcto.
- Verificar de tiempo en tiempo las canalizaciones de gas acetileno para asegurarse que no tienen fugas en las juntas, racores y grifos, especialmente.
- Toda instalación de soldadura oxiacetilénica deberá llevar dispositivos de seguridad que eviten el retorno de oxígeno en las canalizaciones del acetileno.
- Si se produce una inflamación del acetileno en el tubo de salida de la válvula, se debe cerrar el grifo de entrada de la válvula, o en su defecto la canalización, para cortar el gas.
- En recintos cerrados deben eliminarse por aspiración gases, vapores y humos; comprobar que la ventilación sea buena; nunca se debe ventilar con oxígeno.

### **NORMAS DE PREVENCIÓN:**

- Manejar con seguridad las botellas de gas. Bien sujetas y fuera del camino de los transportes de la empresa y de otros peligros.
- Emplear boquillas apropiadas. Comprobar si se hallan en buenas condiciones. Para encender la boquilla, emplear encendedor de chispa, no cerillas, con lo que se evitarán quemaduras en las manos.
- Tomar medidas contra el fuego; comprobar si todos los materiales inflamables están alejados o protegerlos de las chispas (pantallas, lonas, incombustibles, etc.). Tener a mano un extintor.
- Asegurarse de que las conexiones estén seguras. Antes de utilizar el equipo de soldadura o de corte, asegurarse de que todas las conexiones de las botellas, reguladores y tubos flexibles están bien hechas. Comprobar los tubos flexibles y las conexiones periódicamente, localizando las fugas con agua jabonosa.
- Llevar ropas protectoras adecuadas que protejan contra las chispas y metal fundido. Cuello cerrado, bolsillos abotonados, mangas metidas dentro de las manoplas, cabeza cubierta y llevar pantalones sin vueltas y gafas apropiadas. No se debe llevar ropa interior de fibras artificiales fácilmente inflamables.
- Utilizar la presión correcta para el trabajo a efectuar. Consultar la escala de presiones. La utilización de una presión incorrecta puede ser la causa de un mal funcionamiento de la boquilla y de un retroceso de la llama o de explosiones que pueden deteriorar el interior del tubo flexible.

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Máscara de soldador</li><li>• Guantes.</li><li>• Calzado de seguridad.</li><li>• Polainas.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Peto de cuero.</li><li>• Mascarilla.</li><li>• Gorro</li></ul> |
|--|--|



	<b>INSTRUCCIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD MÁQUINAS</b>		<b>A.N.F.C.</b>
I.T. - M. - 12	<b>RADIAL</b>		Fecha: Revisión N°0
<b>RIESGOS MÁS FRECUENTES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortes</li> <li>• Proyecciones</li> <li>• Contactos eléctricos</li> <li>• Incendios</li> <li>• Contactos térmicos</li> <li>• Ruidos</li> </ul>			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las muelas deben almacenarse en locales que no soporten temperaturas extremas y que deben mantenerse siempre secos.</li> <li>• En espera de ser empleadas, las muelas deben permanecer protegidas en estanterías que permitan seleccionarlas y cogerlas sin dañarlas.</li> <li>• Manipular con cuidado las muelas, evitando que sigan o choquen entre sí.</li> <li>• No hacer rodar las muelas.</li> <li>• Elija cuidadosamente el grado y el grano de muela, para evitar la necesidad de ejercer una presión demasiado grande sobre la máquina, con el consiguiente riesgo de rotura de la muela.</li> <li>• Asegurarse de que las indicaciones que figuran en la muela corresponden al empleo que se va a hacer de ella.</li> <li>• Antes del montaje, examinar la muela con detalle, para asegurarse de que no se ha deteriorado durante el transporte o la manipulación.</li> <li>• El cambio de disco se efectuará siempre con la máquina desconectada de la corriente.</li> <li>• Todas las superficies de la muela, juntas y platos de sujeción, que están en contacto, deben estar limpias y exentas de cualquier cuerpo extraño.</li> <li>• Al apretar la tuerca del extremo del eje, debe tenerse cuidado de hacerlo tan sólo lo suficiente para sujetar la muela firmemente. Un exceso de fuerza de apriete podría dañar la muela o sus accesorios.</li> <li>• Todas las muelas nuevas deben girar en vacío a la velocidad de trabajo y con el protector puesto, al menos durante un minuto, antes de aplicarlas al punto de trabajo. Durante este tiempo no debe haber ninguna persona en línea con la abertura del protector.</li> <li>• No utilizar muelas que no lleven las indicaciones obligatorias (grano, grado, velocidad máxima de trabajo, diámetro máximo y mínimo, etc.)</li> <li>• No atacar bruscamente la pieza a amolar o cortar.</li> <li>• Poner cuidado en que ningún cuerpo extraño se introduzca entre la muela y el protector.</li> <li>• No trabajar con las caras de una muela plana.</li> <li>• No trabajar con ropa floja, rasgada o deshilachada.</li> <li>• Mantener la zona de trabajo limpia y despejada de materiales combustibles.</li> <li>• Se recomienda la colocación de mamparas para evitar daños a terceros.</li> </ul>			
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guantes</li> <li>• Mandil</li> </ul>			



- Gafas de seguridad o pantalla de soldadura
- Protectores auditivos

## SEÑALIZACIÓN INTERIOR DE OBRA



USO OBLIGATORIO  
DE PROTECTOR  
AUDITIVO Y GAFAS



USO OBLIGATORIO  
DE GUANTES



USO OBLIGATORIO  
DE GUANTES  
DIELECTRICOS



USO OBLIGATORIO  
DE CALZADO DE  
SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO  
DE BOTAS  
DIELECTRICAS



USO OBLIGATORIO  
DE CALZADO  
ANTIESTÁTICO



USO OBLIGATORIO DE  
CINTURON DE  
SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO  
DE CINTURON DE  
SEGURIDAD



USO OBLIGATORIO  
DE CINTURON  
ANTIVIBRATORIO



USO OBLIGATORIO DE  
ROPA PROTECTORA



USO OBLIGATORIO  
DE DELANTAL Y  
MANGUITOS



USO OBLIGATORIO  
DE REDECILLA



USO OBLIGATORIO  
DE PROTECTOR



USO OBLIGATORIO  
DE PROTECTOR  
AJUSTABLE



USO OBLIGATORIO  
DE PROTECTOR  
FIJO



ES OBLIGATORIO  
ELIMINAR LAS  
PUNTAS



ES OBLIGATORIO  
MANTENER CERRADO



ES OBLIGATORIO  
CERRAR DESPUES DE  
UTILIZAR



ES OBLIGATORIO  
LAVARSE LAS  
MANOS



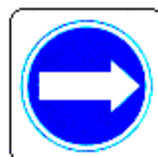
ES OBLIGATORIO  
ENGANCHAR LAS  
BOTELLAS



ES OBLIGATORIO  
MANTENER LIBRE  
EL PASO



PASO OBLIGATORIO  
PARA PERSONAS



DIRECCION  
OBLIGATORIA



ES OBLIGATORIO  
APAGAR EL  
CIGARRO



ES OBLIGATORIO  
MANTENER LIMPIA LA  
OBRA

## SEÑALIZACIÓN RIESGOS ESPECIALES



¡ATENCIÓN!  
CAMPO  
ELECTROSTÁTICO



¡PELIGRO!  
BAJA  
TEMPERATURA



¡PELIGRO!  
ALTA  
TEMPERATURA



¡PELIGRO!  
LÍQUIDOS A  
ALTA TEMPERATURA



¡PELIGRO!  
SÓLIDOS A  
ALTA TEMPERATURA



¡PELIGRO!  
ALTA PRESIÓN



¡PELIGRO!  
AIRE COMPRIMIDO



¡ATENCIÓN!  
ÁREA DE RUIDO  
PELIGROSO



RIESGO DE  
ATRAPAMIENTO



RIESGO DE  
ATRAPAMIENTO



¡PELIGRO!  
CARGAS  
SUSPENDIDAS



CAIDA DE OBJETOS



DESPRENDIMIENTOS



¡PELIGRO!  
ZONA DE CARGA  
Y DESCARGA



PELIGRO DE  
OBJETOS FUROS  
A BAJA ALTURA



¡PELIGRO!  
CAÍDAS A  
DISTINTO NIVEL



ANDAMIO  
INCOMPLETO



¡PELIGRO!  
SUELO FRÁGIL



¡PELIGRO!  
CAÍDAS AL  
MISMO NIVEL



¡PELIGRO!  
SUELO  
RESBALADIZO



¡PELIGRO!  
MAQUINARIA  
PESADA  
EN MOVIMIENTO



¡PELIGRO!  
PASO DE  
CARRETILLAS



¡PELIGRO!  
SALIDA DE  
CAMIONES



¡PRECAUCIÓN!  
PERROS



PELIGRO  
INDETERMINADO

PELIGRO DE  
INCENDIOPELIGRO  
MATERIAL  
COMBURENTEPELIGRO DE  
EXPLOSIÓNPELIGRO DE  
INTOXICACIÓNPELIGRO DE  
CORROSIÓNRIESGO  
ELÉCTRICORIESGO  
ELÉCTRICORIESGO  
ELÉCTRICORIESGO  
ELÉCTRICO¡ATENCIÓN!  
PUESTA A TIERRAPELIGRO DE  
RADIACIÓN¡PELIGRO!  
RADIACIONES  
LASERRIESGO  
BIOLÓGICO¡PELIGRO!  
ZONA MAGNÉTICA¡ATENCIÓN!  
CAMPO  
ELECTROMAGNÉTICO

## COMPORTAMIENTOS PROHIBIDOS



NO UTILIZAR EN  
CASO DE INCENDIO



PROHIBIDO  
A PERSONAS



NO UTILIZAR EN  
CASO DE INCENDIO



PROHIBIDO  
ACCIONAR



PROHIBIDO ENGRASAR O  
LIMPIAR ESTANDO LA  
MAQUINA EN  
FUNCIONAMIENTO



PROHIBIDO EL PASO  
A CARRETILLAS



PROHIBIDO CIRCULAR  
O PERMANECER EN  
EL RADIO DE ACCION  
DE LA EXCAVADORA



PROHIBIDO  
TRANSPORTAR  
PERSONAS



PROHIBIDO  
TRANSPORTAR  
PERSONAS



PROHIBIDO  
SITUARSE DEBAJO  
DE LA CARGA



PROHIBIDO CIRCULAR  
DENTRO DE LA ZONA  
DE CARGA



PROHIBIDO  
MANIPULAR LA  
VALVULA



PROHIBIDO CAMARAS  
FOTOGRAFICAS



PROHIBIDO EL USO  
DE CALZADO CON  
HERRAJES



PROHIBIDO EL USO  
DE GUANTES



PROHIBIDO  
ARROJAR OBJETOS  
AL SUELO



NO CERRAR CON  
LLAVE



PROHIBIDO  
DEPOSITAR  
BOTELLAS



NO OBSTRUIR



PROHIBIDO DEPOSITAR  
MATERIALES. MANTENER  
LIBRE EL PASO



NO ALMACENAR  
NADA AQUI



PROHIBIDA  
LA ENTRADA



PROHIBIDO EL PASO



PROHIBIDO EL PASO  
A TODA PERSONA  
AJENA A LA OBRA



PROHIBIDO EL PASO



AGUA NO POTABLE



PROHIBIDO  
APAGAR CON AGUA



PROHIBIDO  
ENCENDER EL FUEGO



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO  
COMER Y BERBER



PROHIBIDO EL PASO



SALTOS: NO PASAR



PROHIBIDA LA  
ENTRADA CON  
MARCAPASOS



PROHIBIDO EL PASO  
ANDAMIO INCOMPLETO



PROHIBIDO PISAR  
SUELO FRAGIL



PROHIBIDO ACCESO  
A ESCALERA



PROHIBIDO CRUZAR  
LAS VÍAS

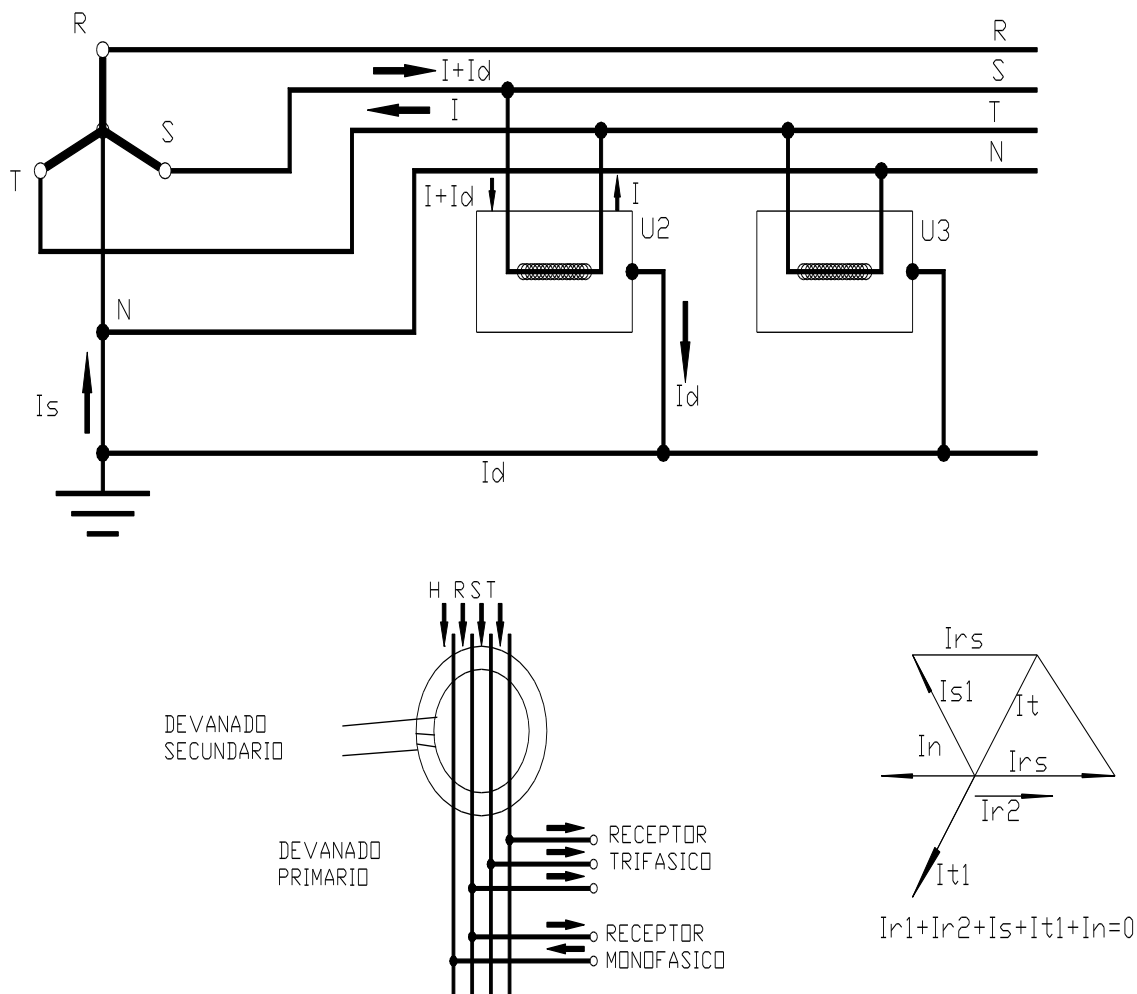


PROHIBIDO  
SALTAR LAS ZANJAS



PROHIBIDO EL  
PASO A PERROS

## CUADROS ELÉCTRICOS



### Esquema de un diferencial

### MÁXIMA RESISTENCIA ADMISIBLE EN LAS TOMAS DE TIERRA, EXISTIENDO PROTECCIÓN DIFERENCIAL

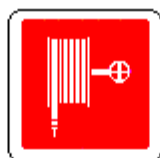
## PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



EXTINTOR



CARRO EXTINTOR



BOCA DE INCENDIO



HIDRANTE



MANTA IGNIFUGA



PULSADOR DE ALARMA



AVISADOR SONORO

MATERIAL CONTRA  
INCENDIOSTELÉFONO A  
UTILIZAR EN CASO  
DE EMERGENCIAESCALA DE  
INCENDIOSPUERTA  
CORTAFUEGOLOCALIZACION  
EQUIPOS CONTRA  
INCENDIOSLOCALIZACION  
EQUIPOS CONTRA  
INCENDIOSLOCALIZACION  
EQUIPOS CONTRA  
INCENDIOSLOCALIZACION  
EQUIPOS CONTRA  
INCENDIOSLOCALIZACION EQUIPOS  
CONTRA INCENDIOSLOCALIZACION  
EQUIPOS CONTRA  
INCENDIOS

**TITULO DEL PROYECTO:**

**CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE  
DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS**

**Pamplona, 18 de Octubre de 2012**

**Firmado: Pablo Irañeta de la Muela**





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

PRESUPUESTO

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento N° 6: PRESUPUESTO

### ÍNDICE

1. Zona de oficinas
  - 1.1. Producción térmica
  - 1.2. Redes de agua
  - 1.3. Climatizadores y difusión de aire
  - 1.4. Instalación eléctrica
  - 1.5. Instalación de control
  - 1.6. Control estricto locales informática
  - 1.7. Instalación de energía solar
  - 1.8. Tuberías aire frío y agua caliente sanitaria en sala de depósitos
2. Zona nave
  - 2.1. Producción térmica
  - 2.2. Climatizadores y difusión de aire
  - 2.3. Instalación eléctrica
  - 2.4. Instalación de control
  - 2.5. Distribución de frío para usos futuros
  - 2.6. Precios contradictorios
3. Presupuesto desglosado
4. Presupuesto final

## 1. ZONA DE OFICINAS

### 1.1. Producción térmica

CONCEPTO	U.D.	Precio Unitario (Eur)	Precio Total (Eur)
<b>PRODUCCIÓN TERMICA</b>			<b>151.947,78</b>
Ud. Equipo frigorifico "Trane", modelo CGAN-600 SE LN,	2	20.130,77	40.261,54
Ud. Sistema de secuenciación de los anteriores equipos	1	4.931,33	4.931,33
Ud. Interruptor de flujo para agua	4	143,87	575,48
Ud. Conjunto de 4/6 soportes anitivibratorios metálicos	2	344,93	689,86
Ud. DEPOSITO DE ACUMULACION	2	1.896,84	3.793,68
P.A. Encamisado en chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor en depositos de acumulación, Incluso instalación y pruebas, con todos los medios, accesorios y operaciones necesarias para su correcta instalación	2	1.099,13	2.198,26
Ud. COLECTOR de distribución conectado a depósito	2	1.819,40	3.638,80
Ud. SUBCOLECTOR de distribución calderas conectado a depósito	1	1.049,40	1.049,40
Ud. Conjunto Caldera ,WEISHAUP, modelo WTC GB 300,	2	10.032,89	20.065,78
Ud. Conjunto de conexión, formado por bomba con regulación de velocidad, modulo mando a 0-10 Vdc, llaves de paso y tubos de conexión y elementos accesorios como manómetro y válvula de seguridad	1	1.828,53	1.828,53
Ud. Regulación VCM-KA y terminal remoto de regulación VCM-FS	1	589,33	589,33
Ud. Conexión de humos y clapeta motorizada	1	724,53	724,53
Ud. Software y Tarjeta de comunicación con sistema de control, de la marca "CENTRA-HONEYWELL" hasta dos conjuntos caldera	1	2.078,74	2.078,74
Ud. Chimenea para evacuación de humos de combustión	1	1.240,99	1.240,99
<b>INTECAMBIADORES DE PLACAS DESMONTABLES SEDICAL</b>			
Ud. Modelo UPF 54/MH, para Primario de ACS	1	2.027,36	2.027,36
Ud. Modelo UPF 32/H para instalación Solar	1	1.369,44	1.369,44
<b>BOMBAS "IN-LINE" DE ROTOR HUMEDO, SEDICAL</b>			
Ud. Modelo SP 50/12-B, para Apoyo de Calefacción	1	785,25	785,25
Ud. Modelo SIM 40/145-1-0,20, para Carga ACS	1	809,83	809,83
Ud. Modelo SAP 25/105 0,25 B, para recirculación ACS	1	804,24	804,24
Ud. Modelo SAM 30/145-0,2/K secundario solar	1	592,01	592,01

Ud. Modelo SAM 30/145-0,2/K carga solar	1	592,01	592,01
Ud. Modelo SAM 30/145-0,2/K recirculación solar	1	592,01	592,01
Ud. Modelo SVE 8-3/0,55 llenado de campo solar	1	592,01	592,01
<b>BOMBAS IN LINE DE ROTOR SECO</b>			
Ud. Grupo electrobomba SEDICAL o similar, modelo SIM/50/265.1-1,1, de fundición, rotor seco, para el circuito de primario de calefacción	1	1.228,31	1.228,31
Ud. Grupo electrobomba SEDICAL o similar, modelo SIM 50/265.1-0,75, con variador de frecuencia y sonda de presión diferencial, de fundición, rotor seco, para el circuito de agua refrigerada planta Oficinas,	2	2.902,78	5.805,56
Ud. Grupo electrobomba SEDICAL o similar, modelo SIM 40-160/0,55 con variador de frecuencia y sonda de presión diferencial, de fundición, rotor seco, para el circuito de agua de calefacción planta Oficinas,	2	2.539,57	5.079,14
Ud. Conjunto de medida de presión en impulsión y aspiración de grupos electrobombas, MANGUITOS ELASTICOS antivibratorios	10	42,78	427,80
Ud. $\Phi$ 2 1/2"	4	88,92	355,68
Ud. $\Phi$ 3"	9	98,85	889,65
Ud. $\Phi$ 4"	4	134,65	538,60
<b>VALVULAS DE RETENCION,</b>			
Ud. $\Phi$ 2 1/2"	2	74,12	148,24
Ud. $\Phi$ 3"	7	91,54	640,78
Ud. $\Phi$ 4"	4	108,75	435,00
<b>FILTROS de suciedades, PN-16, tipo "Y",</b>			
Ud. $\Phi$ 3"	4	138,89	555,56
<b>VALVULAS DE MARIPOSA</b>			
Ud. $\Phi$ 2 1/2"	6	89,56	537,36
Ud. $\Phi$ 3"	29	104,94	3.043,26
Ud. $\Phi$ 4"	8	117,62	940,96
Ud. $\Phi$ 5"	6	134,31	805,86
<b>VALVULAS DE REGULACION DE CAUDAL DE LA MARCA TA</b>			
Ud. $\Phi$ 4"	4	552,68	2.210,72
Ud. Separador de partículas con conexiones embridadas de diámetro 8" Marca SPIROVENT (aire y lodos) o similar.	2	4.349,15	8.698,30
Ud. Válvula de seguridad	5	241,61	1.208,05
Ud. Depósito de expansión de 250 l, incluso accesorios totalmente instalado y probado	5	629,15	3.145,75
Ud. Embudo para desagües de válvulas de seguridad	2	79,25	158,50
P.A. Sistema de llenado compuesto por los siguientes elementos: -2 válvulas de corte de Dn40. - Filtro de tipo Y, de malla fina de Dn40. - Válvula de by-pass de Dn40 - Válvula de retención - Desacoplador Dn40.	2	1.194,16	2.388,32

- Regulador de presión. - Manómetro . - Embudo de vaciado y sifón.			
Ud. Conjunto de purga automático de puntos altos, formado por: Purgador automático de boya de rosca de f ½" y llave de esfera de 1 ½".	6	61,56	369,36
Ud. Termómetro de esfera de f 80 mm con escala 0/100°C y protegidos por vaina metálica de f ½" y longitud 100 mm, roscada, para medición de temperaturas en diferentes puntos de la instalación. Incluso instalación y pruebas, con todos los accesorios para su correcta instalación y funcionamiento.	24	26,51	636,24
<b>RED HIDRAULICA EN SALA DE CALDERAS Y CUBIERTA</b>			
Tubo de acero negro según DIN 2448 calidad ST-37, condiciones de suministro según DIN 1629 con certificado de pruebas según EN 10204-2.2,			
Ml. Φ 5" (Colector maquinas)	72	51,81	3.730,32
Ml. Φ 4"	47	38,65	1.816,55
Ml. Φ 3"	131	31,45	4.119,95
Aislamiento de tubería a base de coquilla y manta tipo AF/Armaflex de Armstrong o similar,			
Ml. Φ 5" (Colector maquinas)	72	22,74	1.637,28
Ml. Φ 4"	47	22,74	1.068,78
Ml. Φ 3"	131	14,48	1.896,88
Encamisado en chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor en depositos de acumulación			
Ml. Φ 5" (Colector maquinas)	72	23,55	1.695,60
Ml. Φ 4"	47	23,55	1.106,85
Ml. Φ 3"	131	21,36	2.798,16

## 1.2. Redes de agua

Concepto	U.D	Precio Unit (Eur)	Precio total (Eur)
<b>REDES DE AGUA</b>			74.220,67
<b>RED DE AGUA REFRIGERADA</b>			
Tubo de acero negro según DIN 2448 calidad ST-37, condiciones de suministro según DIN 1629 con certificado de pruebas según EN 10204-2.2,			
Ml. $\Phi$ 5"	29	51,81	1.502,49
Ml. $\Phi$ 4"	12	38,65	463,80
Ml. $\Phi$ 3"	59	31,45	1.855,55
Ml. $\Phi$ 2-1/2"	124	27,43	3.401,32
Ml. $\Phi$ 2"	99	21,38	2.116,62
Ml. $\Phi$ 1-1/2"	30	17,55	526,50
Ml. $\Phi$ 1-1/4"	333	16,44	5.474,52
Ml. $\Phi$ 1"	196	12,83	2.514,68
Ml. $\Phi$ 3/4"	256	10,78	2.759,68
Aislamiento de tubería a base de coquilla y manta tipo AF/Armaflex de Armstrong o similar, de espesor según RITE.			
Ml. $\Phi$ 5"	29	22,74	659,46
Ml. $\Phi$ 4"	12	21,83	261,96
Ml. $\Phi$ 3"	59	14,48	854,32
Ml. $\Phi$ 2-1/2"	124	13,29	1.647,96
Ml. $\Phi$ 2"	99	12,22	1.209,78
Ml. $\Phi$ 1-1/2"	30	10,01	300,30
Ml. $\Phi$ 1-1/4"	333	9,36	3.116,88
Ml. $\Phi$ 1"	196	7,48	1.466,08
Ml. $\Phi$ 3/4"	256	6,88	1.761,28
<b>RED DE AGUA CALEFACCION</b>			
Tubo de acero negro según DIN 2448 calidad ST-37, condiciones de suministro según DIN 1629 con certificado de pruebas según EN 10204-2.2,			
Ml. $\Phi$ 3"	29	31,45	912,05
Ml. $\Phi$ 2-1/2"	12	27,43	329,16
Ml. $\Phi$ 2"	182	21,38	3.891,16
Ml. $\Phi$ 1-1/2"	18	17,55	315,90
Ml. $\Phi$ 1-1/4"	81	16,44	1.331,64
Ml. $\Phi$ 1"	256	12,78	3.271,68
Ml. $\Phi$ 3/4"	273	11,02	3.008,46
Ml. $\Phi$ 1/2"	253	9,38	2.373,14
Aislamiento de tubería a base de coquilla y manta tipo SH/Armaflex de Armstrong o similar, de espesor según RITE.			
Ml. $\Phi$ 3"	29	12,23	354,67
Ml. $\Phi$ 2-1/2"	12	11,37	136,44
Ml. $\Phi$ 2"	182	10,38	1.889,16
Ml. $\Phi$ 1-1/2"	18	9,01	162,18
Ml. $\Phi$ 1-1/4"	81	8,68	703,08
Ml. $\Phi$ 1"	256	6,19	1.584,64

ML. $\Phi$ 3/4"	273	5,85	1.597,05
ML. $\Phi$ 1/2"	253	5,42	1.371,26
Ud. Acometida agua fría a Fan-coil, desde red general de planta en tubo de diámetro 3/4" (hasta 5 ml) y aislamiento según RITE, incluso conexionado de valvulería de corte, tres vías, filtros y k-flows	53	40,21	2.131,13
Ud. Acometida agua caliente a Fan-coil, desde red general de planta en tubo de diámetro 1/2" (hasta 5 ml) y aislamiento según RITE, incluso conexionado de valvulería de corte, tres vías, filtros y k-flows	53	32,39	1.716,67
<b>VALVULERÍA EN UNIDADES TERMINALES</b>			
Válvula de bola de latón roscada			
Ud. $\Phi$ 3/4"	106	8,86	939,16
Ud. $\Phi$ 1/2"	106	11,99	1.270,94
Válvula de caudal constante K-flow de "Sedical",			
Ud. $\Phi$ 3/4" (K-20)	53	61,10	3.238,30
Ud. $\Phi$ 1/2" (K-15)	53	69,11	3.662,83
Filtro roscado de latón con malla en inoxidable			
Ud. $\Phi$ 3/4"	53	14,74	781,22
Ud. $\Phi$ 1/2"	53	10,61	562,33
<b>RED DE CONDENSADOS</b>			
Tubo de PVC para recogida de condensados			
PVC DN32	142	8,30	1.178,60
PVC DN40	104	9,07	943,28
Ud. Compensador de dilatación axial de DN 100.	4	468,01	1.872,04
Ud. Compensador de dilatación axial de DN 50.	4	199,83	799,32

### 1.3. Climatizadores y difusión de aire

Concepto	U.D	Precio unit.(Eur)	Precio Total(Eur)
CLIMATIZADORES Y DIFUSIÓN DE AIRE			109.746,09
CLIMATIZADORES			
Recuperador de calor entalpico, de la marca "Daikin"			
Ud. Modelo VAM2000FA (2.000 m³/h)	5	2.181,50	10.907,50
Ud. Modelo VAM1000FA (1.000 m³/h)	1	2.056,25	2.056,25
Ud. Modelo VAM800FA (800 m³/h)	2	1.910,33	3.820,66
Climatizador Fan-coil con doble bateria (4 tubos), Marca "Rohss", serie "Yardy", versión COP			
Ud. Modelo EV 33	6	460,76	2.764,56
Ud. Modelo EV 44	28	473,43	13.256,04
Ud. Modelo EV 66	19	518,06	9.843,14
M² Red de conductos para impulsión de anteriores, en fibra de vidrio "Climaver-Plus"	382	27,40	10.466,80
Conducto flexible aislado			
Ml de Ø 104 mm	120	7,10	852,00
Ml de Ø 127 mm	148	8,44	1.249,12
Ml de Ø 154 mm	291	10,41	3.029,31
M² Suministro y montaje de una red de conductos de aire de sección rectangular, construidos en chapa galvanizada METU.	1175	22,56	26.508,00
M² Aislamiento de conductos aportación mediante manta de fibra de vidrio IBR de 50mm Aluminio,	560	9,39	5.258,40
M² Aislamiento de conductos exteriores mediante manta de fibra de vidrio IBR de 50mm Aluminio y acabado en chapa de Aluminio de 0'8mm de espesor,	56	38,87	2.176,72
Ud. Difusor rotacional de la marca "Trox", con plenum de conexión y compuerta de regulación, modelo VDW-O-Z-H-M/600x24/Q31/0/09010	70	102,55	7.178,50
Ud. Difusor lineal, de ranura de la marca "Trox", con tres ranuras, plenum de conexión y compuerta regulación, modelo VDA-35-2-AK-M/1.500x158/C2/B00/0/EG-C-0/WH	14	119,68	1.675,52
Ud. Difusor lineal, de ranura de la marca "Trox", con tres ranuras, plenum de conexión y compuerta regulación, modelo VDA-35-2-AK-M/1.200x158/C2/B00/0/EG-C-0/WH	24	105,56	2.533,44
Ud. Difusor lineal, de ranura de la marca "Trox", con dos ranuras, plenum de conexión y compuerta regulación, modelo VDA-35-2-AK-M/1.500x118/C2/B00/0/EG-C-0/WH	10	104,44	1.044,40
Ud. Reja de retorno para placa de la marca "Trox", modelo ARP-AG/565x565/0/0/S1/9010	32	63,43	2.029,76
Ud. Reja de extracción aseos de la marca "Trox", modelo AR-AG de 325x225 mm y marco montaje metálico	41	39,93	1.637,13
Ud. Reja de extracción aseos de la marca "Trox", modelo AR-AG de 225x125 mm y marco montaje metálico	12	36,37	436,44
Ud. Boca de extracción aseos circular de la marca "Trox", modelo LVK de 150 mm	40	25,56	1.022,40



## 1.4. Instalación eléctrica

Concepto	U.D	Precio unit.(Eur)	Precio Total(Eur)
<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>			34.617,95
Ud. Armario eléctrico para exterior IP 44, de fuerza y maniobra para instalar en Sala de Producción Frio/Calor/A.C.S., IP 44 de fuerza y maniobra. - Incluso protecciones magnetotérmicas y diferenciales adecuadas. - Incluso alojamiento y cableado de módulo de regulación y control para alojar los equipos de regulación de los todos los equipos que componen la instalación - Incluso bastidor, pintura, pequeño material y demás accesorios, con un 30% de espacio de reserva. - Incluso cableado de interconexión entre cuadros eléctricos y equipos, mediante cables de cobre de sección adecuada de tensión nominal 0,6/1 kV. Incluso canalizaciones bajo tubo de acero o bandeja según necesidades, terminales y demás accesorios. - Cableado de control y maniobra, elementos de señalización y selectores de marcha y paro manuales. - Totalmente instalado y probado	1	14.889,00	14.889,00
<b>ACOMETIDA A ENFRIADORAS</b> ML de conductor RVK de 0,6-1kV para acometidas a enfriadora incluso parte proporcional de bandeja portacable y soporteria desde máquinas enfriadoras a cuadro general y conexionado. (Excluida protección en cuadro)	33	106,12	3.501,96
<b>ACOMETIDA A RECUPERADORES DE CALOR</b> ML de conductor RVK de 0,6-1kV para acometidas a Recuperadores, incluso parte proporcional de bandeja portacable y soporteria desde cuadro general y conexionado.	325	4,49	1.459,25
Ud. Caja eléctrica modular en PVC para colocar en falso techo de locales de oficinas para instalar en módulo específico de regulación de fancoils y relés necesarios para control de 1 a 3 aparatos, incluyendo: - Lineas de alimentacion a ventiladores de 53 fancoils - Lineas de alimentación a 106 valvulas de tres vias - linea general de alimentacion desde cuadro sala de producción a cada Caja, tanto 220 Vac como 24 Vac. - Incluso protección magnetotérmica y diferencial adecuada. - Incluso cableado de interconexión entre fuente de alimentación 12 Vdc, sensores de presencia y módulo de regulación. - Incluso acometida desde cuadro general - Totalmente instalado y probado	39	378,66	14.767,74

## 1.5. Instalación de control

Concepto	U.D	Precio unit.(Eur)	Precio Total(Eur)
INSTALACIÓN DE CONTROL			56.384,82
CONJUNTOS DE REGULACION			41.066,16
CONJUNTO DE REGULACION PARA FANCOILS DE LA MARCA "CENTRA-HONEYWELL", modelo MCR10 LonMark formado por:			
Transformador CRT-12	1	229,04	229,04
Módulo para control de Fan.coils a 4 tubos y tres velocidades de ventilador, con certificación LonMark, modelo W7754P100	44	335,41	14.758,04
Módulo de pared con display, sonda de tempera, variacion del punto de consigna, ventilador auto/off/1/2/3 modelo T7560A1000	18	222,45	4.004,10
Módulo de pared con sonda de tempera, variacion del punto de consigna, ventilador auto/off/1/2/3 modelo T7460A1000	15	135,72	2.035,80
Módulo de pared con sonda de tempera, modelo T7460A1001	11	63,53	698,83
Sensor de presencia SIPF/AEV126	29	102,80	2.981,20
Fuente de alimentación corriente continua FA-AC/VC-15	2	182,49	364,98
1 Programación y puesta en marcha	1	1.757,80	1.757,80
CONJUNTO DE REGULACION PARA PRODUCCION FRIO/CALOR-ACS DE LA MARCA "CENTRA-HONEYWELL", modelo MCR5000 LonMark, formado por:			
Transformador CRT-12	1	229,04	229,04
Modulo procesador con certificacion LonMark, modelo SXCL8010	1	2.485,65	2.485,65
Terminal de operador SX1582AH + SXW882	1	1.062,79	1.062,79
Módulo de 6SD de relé con certificación LonMark, modelo SXFL824B	3	362,58	1.087,74
Módulo de 12SD de relé con certificación LonMark, modelo SXFL823B	2	362,58	725,16
Módulo de 8EA con certificación Lon Mark, modelo SXF821B	2	362,58	725,16
Módulo de 8SA con certificación Lon Mark, modelo SXF822B	1	362,58	362,58
Bloque de terminales para módulos SXFL824 modelo SXSL824-25	3	117,10	351,30
Bloque de terminales para módulos SXFL821/2 modelo SXSL821-22	3	117,10	351,30
Bloque de terminales para módulos SXFL823 modelo SXSL823	2	117,10	234,20
Modulo de conexión a LON, modelo SXFCL2A1	3	414,14	1.242,42
CONJUNTO DE ELEMENTOS DE CAMPO DE LA MARCA "CENTRA-HONEYWELL", formado por:			
Sonda de presión para líquidos ref 691.10	2	440,75	881,50
Sonda de temperatura de inmersión modelo VF20T, con vaina de 1/2" y lons 135 mm	12	57,38	688,56
Sonda de humos PT5000	1	271,43	271,43
Valvula de tres vías 2-1/2" V5329C1075 + ML7420A3071	1	691,06	691,06
Valvula de tres vías 2" V013R1099 + ML7420A6025	1	490,64	490,64
Valvula de tres vías 1-1/2" V013R1081 + ML7420A6025	1	607,53	607,53
Valvula de tres vías 3" V5329C1083 + ML7420A3071	1	817,74	817,74
Servomotor para compuertas 34 Nw/m2, modelo N3401	3	310,19	930,57
PUESTO CENTRAL / LICENCIAS / MÓDULOS DE COMUNICACIÓN			5.271,24
PUESTO CENTRAL (incluido en proyecto Nave)	0	0,00	0,00
Switc/router para conexión red LonWorks con un canal FT-10 y un canal	1	1.739,44	1.739,44

YP-1250, modelo LS-13C			
Ampliación de Software de supervisión Symetre con conexión a LonWorks, partiendo de "Proyecto Nave"	1	858,52	858,52
Confección de graficas interactivas para el mcontrol y supervisión de todos los equipos que conforman la instalación	8	334,16	2.673,28
INGENIERÍA Y PROGRAMACIÓN			3.185,52
TRABAJOS DE INGENIERÍA, PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA de las instalaciones de Control y Gestión Técnica Centralizada incluidas en este proyecto, se contemplará la realización y activación de 20 pantallas graficas.	1	3.185,52	3.185,52
CABLEADO CONTROL			6.861,90
MI. Cable Bus Lon de intercomunicacion entre todos los controladores y el puesto central	420	3,53	1.482,60
Ud. Cableado elemento de campo-regulador-modulo	86	62,55	5.379,30

## 1.6. Control estricto locales informática

Concepto	U.D	Precio unit.(Eur)	Precio Total(Eur)
CONTROL ESTRICTO LOCALES INFORMATICA			28.003,08
Ud. Equipo de aire acondicionado de refrigeración por AIRE, marca Liebert-HIROSS, serie HPM Constant, modelo S23KA (impulsión superior al ambiente), de 1 circuito frigorífico, CON CONTROL ESTRICTO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD, incluyendo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presostato de filtros obstruidos.</li> <li>• Sistema de Humectación, resistencias eléctricas y Batería gas caliente</li> <li>• Display de control Coldfire Standard.</li> <li>• Filtros de alta eficacia EU4 en aspiración.</li> <li>• Plenum con rejilla de simple deflexion para descarga frontal del aire</li> <li>• Bancada metálica con amortiguadores (PARA UNIDAD EVAPORADORA)</li> <li>• Para refrigerante R407c</li> <li>• Potencia frigorífica total: 23,2 Kw.</li> </ul>	2	13.105,93	26.211,86
Ud. Interconexión frigorífica entre unidad interior y condensadora en cobre frigorífico y aislamiento Armaflex 7/8" y 5/8"	2	392,63	785,26
Ud. Interconexión eléctrica entre unidad interior y condensadora	2	103,99	207,98
Ud. Acometida de agua y desagüe, para el propio equipo y humidificador interno	2	271,65	543,30
Ud. Puesta en marcha y pruebas	2	127,34	254,68

## 1.7. Instalación de energía solar

Concepto	U.D	Precio unit.(Eur)	Precio Total(Eur)
<b>INSTALACION DE ENERGIA SOLAR</b>			<b><u>49.711,47</u></b>
Ud. Suministro y colocación de panel solar de la casa VIESSMANN modelo Vitosol 200 F, SV2 para montaje vertical.	18,00	668,22	12.027,96
Ud. Suministro y colocación de regulación electronica por diferencia de temperatura de hasta 4 consumidores, para el calentamiento bivalente del ACS con colectores solares. Con indicación digital de temperatura, sistema diagnóstico, balance de potencia y supresión del calentamiento posterior de la caldera. Para montaje en pared, con posibilidad de conexión para contador d calorías y célula solar. Dimensiones: 260x216 mm. Incluye: - Sonda de temperatura de interacumulador. - Sonda de temperatura del colector. Totalmente montado y conexionado.	1,00	450,66	450,66
Ud. Suministro y colocación de estructura soporte para cubiertas planas, de la casa VIESSMANN para el Vitosol 200F de 2,31 m2 montados verticalmente. Para baterías de 6 colectores, incluidos los dados de hormigón y los spid. Totalmente montado.	3,00	1.119,99	3.359,97
Ud. Soporte para colocar la base de los paneles de forma horizontal sobre una cubierta inclinada, formado a base de plataforma metálica de 7,0 x 6,0 m. compuesta por: 2 pilares HEB-200, 2 vigas menores de HEB-200, i/ placas de anclaje, rigidizadores en alma, mermas, recortes, amortiguadores, etc.	3,00	222,00	666,00
Ud. Suministro y colocación de conjunto de conexión para batería de colectores.	3,00	48,84	146,52
Ud. Suministro y colocación de purgador automático (Latón) con llave de cierre y pieza en T de latón con unión de anillos opresores (22 mm) para Vitosol. Soporta temperaturas superiores a 160°C.	3,00	33,07	99,21
Ud. Suministro y colocación de tubos de unión vitosol 200F.	15,00	24,63	369,45
Ud. Suministro y colocación de medio portador de calor Tyfocor G-LS, 25 litros en recipiente desechable.	3,00	83,27	249,81
Ud. Suministro y colocación de juego de vainas de inmersión.	1,00	28,85	28,85
Ud. Suministro e instalación de intercambiador compacto electrosoldado formado por 18 placas de acero inoxidable AISI-316 de 1.335 l/h y 40.000 Kcal/h. Bastidor de acero inoxidable de 310x112mm con conexiones roscadas 1". Presión de trabajo 32Bar y temperatura de trabajo 175°C. Incluso accesorios, pequeño material y mano de obra de instalación y pruebas.	1,00	1.369,44	1.369,44
Ud. Suministro y colocación de depósito para acumulación de A.C.S. Mod. MV-2.500-R de la marca LAPESA o similar, con capacidad para 2.500 l.,	1,00	3.211,38	3.211,38
Ud. Suministro y colocación de depósito para acumulación de A.C.S. Mod. CV-500-R de la marca LAPESA o similar, con capacidad para 500 l.,	1,00	1.195,19	1.195,19
Ud. Suministro y colocación de vaso de expansión tipo Indelcasa SU 140.6, de 140 l.,	1,00	510,25	510,25

Ud. Suministro y colocación de vaso de expansión tipo Indelcasa SU 200.10, de 200 l.,	1,00	793,96	793,96
Ud. Suministro y colocación de depósito tampón, Mod. INDELCASA de 50 l INDELCASA DE-50.6.	1,00	397,65	397,65
Ud. Suministro e instalación de aerotermo VAB-40-M, de 23.200 Kcal/h de potencia para fluidos con temperatura de 80°C.	1,00	1.061,15	1.061,15
Suministro y colocación de válvula de seguridad de D-1" mod. SV-68M.	2,00	136,27	272,54
Suministro y colocación de válvula de seguridad, de D-1" mod. SV-68M 25-3,00.	2,00	136,27	272,54
Suministro y colocación de válvula de seguridad de D-1-1/2" de diámetro, mod. SV-68M.	1,00	288,19	288,19
Suministro y colocación de dispositivo de llenado y limpieza Oventrop para sistemas de energía solar térmica.	1,00	33,51	33,51
Suministro y colocación de depósito de uralita, con capacidad para 200 litros de agua, d sin incluir la tubería de abastecimiento.	2,00	228,99	457,98
Suministro y colocación de válvula motorizada de 2 vías PN16 D-1" , Tª max. 100 °C. Modelo D2000/25-2., incluso motor electrico MT/D-230.	2,00	140,74	281,48
Suministro y colocación de bomba dosificadora para agua glicolada STENCO 40.07, para 5 l/h, incluso manguitos electrolíticos.	1,00	223,40	223,40
Ud. Suministro y colocación de grupo de presión de la casa Itur o similar, Mod. MC-PAC 151/25M completo, con presostatos regulados, capaz para 35-50 m. con una bomba de 1,50 CV., incluso cuadro de maniobra.	1,00	359,67	359,67
Ud. Suministro y colocación de bomba aceleradora tipo WILO STAR RS 25/7 para ACS. De 144W, con contrabridas y tornillos.	1,00	242,61	242,61
Ud. Suministro y colocación de bombas recirculadora de ACS con carcasa de fundición gris, de rotor húmedo marca WILO modelo TOP-Z 30/7.	4,00	418,45	1.673,80
Ud. Suministro y colocación de conjunto de contador y calculador electrónico para medición de energía formado por: Contador de agua Ista WMZ DN 25 de turbina por arrastre magnético. Qn = 3,5m³/h para agua sobrecalentada hasta 120°C. con emisor de impulsos 1 litro/impulso y conexión roscada 1-1/4" PN16. Calculador electrónico Sensonic II T1 para la medición de energía mediante contadores con salida de impulsos con valor 1 litro/impulso. El Kit consta de: - Contador WMZ DN 25 - Calculador electrónico. - Pareja de sondas 3m. PT 500. - Set de manguitos y portasondas para soldar. - Conexión roscada. Incluso accesorios, pequeño material y pruebas.	1,00	556,85	556,85
Ud. Suministro y colocación de válvula de bola de paso total, en latón forjado, PN30, de 3/4" de diámetro (DN-20 mm.), Mod. VB/20;	6,00	8,84	53,04
Ud. Suministro y colocación de válvula de bola de paso total, en latón forjado, PN30, D-1" (DN-25 mm.), Mod. VB/25;	19,00	11,74	223,06
Ud. Suministro y colocación de válvula de bola de paso total, en latón forjado, PN30, de 1/2" de diámetro (DN-15 mm.), Mod. VB/15;	6,00	6,58	39,48
Ud. Suministro y colocación de válvula de bola de paso total, en latón forjado, PN30, de 1-1/4" de diámetro (DN-32 mm.), Mod. VB/32 ;	3,00	15,76	47,28
Ud. Suministro y colocación de válvula de bola de paso total, en latón forjado, PN30, de 1-1/2" de diámetro (DN-40 mm.), Mod. VB/40;	27,00	20,43	551,61



Ud. Suministro y colocación de válvula de bola de paso total, en latón forjado, PN30, de 2" de diámetro (DN-50 mm.), Mod. VB/50;	4,00	26,94	107,76
Ud. Suministro y colocación de válvula de retención de 1-1/2" de diámetro (DN-40 mm.), Mod. RK71/40 de la casa Gestra;	6,00	44,66	267,96
Ud. Suministro y colocación de válvula de retención de D-1" de diámetro (DN-25 mm.), Mod. RK71/25 de la casa Gestra;	3,00	43,50	130,50
Ud. Suministro y colocación de válvula de retención de disco de D-1/2" de diámetro (DN-15 mm.), Mod. RK71/15 de la casa Gestra;	2,00	31,61	63,22
Ud. Suministro y colocación de válvula de retención de disco de 2" de diámetro (DN-50 mm.), Mod. RK71/50 de la casa Gestra;	1,00	69,14	69,14
Ud. Suministro y colocación de filtro colador tipo Y con bridas. D-50 PN16. Modelo FY-B/50.	2,00	48,73	97,46
Ud. Suministro y colocación de filtro colador tipo Y con bridas. D-40 PN16. Modelo FY-B/40.	2,00	34,05	68,10
Ud. Suministro y colocación de filtro colador tipo Y roscado. D-1/2" PN25. Modelo FY-R/15.	1,00	10,61	10,61
Ud. Suministro y colocación de antivibratorio de fuelle de EPDM con conexión por bridas BOA, D-1 1/2" PN 10 Mod. FLEX-40, completo.	9,00	76,07	684,63
Ud. Suministro y colocación de antivibratorio de fuelle de EPDM con conexión por bridas BOA, D-25 PN 10 Mod. AA-25, completo.	2,00	19,10	38,20
Ud. Suministro y colocación de compensador de dilatación, de 1 1/4" de diámetro, Mod. BOA ZA/32, totalmente instalado.	15,00	163,28	2.449,20
Ud. Suministro y colocación de compensador de dilatación, de 2-1/2" de diámetro, Mod. BOA W16-2L/65, totalmente instalado.	3,00	391,16	1.173,48
Ud. Suministro y colocación de manómetro de esfera de 63 mm.de diámetro, de salida posterior, con gama de presión: 0..10 Bar., conexión D-1/4", Mod. MG0/10P.	20,00	25,86	517,20
Ud. Suministro y colocación de termómetro de esfera de 80 mm.de diámetro de agua caliente, longitud 100 mm., con gama de temperatura: 0..120° C., vaina de latón, conexión D-1/2" (DN-15 mm.), Mod. T120/L100.	13,00	22,73	295,49
Ud. Suministro y colocación de presostatos 0,2-8 bar. diferencial ajustable Mod. B12CN.	1,00	59,42	59,42
Ud. Suministro y colocación de embudo recogida válvula de vaciado	14,00	17,87	250,18
Ud. Suministro y colocación de válvula de equilibrado hidráulico, de 3/4" de diámetro (DN-20 mm.), Mod. 52-151-220 de la casa TA,	3,00	51,71	155,13
Ud. Suministro y colocación de válvula de equilibrado hidráulico, de 1-1/2" de diámetro (DN-40 mm.), Mod. 52-151-240 de la casa TA,	1,00	87,83	87,83
Ud. Suministro y colocación de aislamiento para válvula de equilibrado hidráulico para válvulas STAD Mod. 52-189-620, de 3/4" de diámetro (DN-20 mm.)	3,00	20,33	60,99
Ud. Suministro y colocación de aislamiento para válvula de equilibrado hidráulico para válvulas STAD Mod. 52-189-640, de 1-1/2" de diámetro (DN-40 mm.); colocado.	1,00	26,25	26,25
Ud. Suministro y colocación de válvula motorizada de 3 vías PN16 D-1-1/4" . Modelo SKD62VXG41.32. Incluso conexión eléctrica. Instalada y funcionando.	1,00	836,80	836,80
Suministro y colocación de válvula motorizada de 3 vías PN16 D-2" . Modelo SKD62VXG41.50. Colocada.	1,00	938,54	938,54
Ud. Suministro y colocación de caudalímetro de promeral calidad.	1,00	121,31	121,31
Ud. Suministro y colocación de sonda inmersión QAE2120.015	4,00	73,82	295,28
Ud. Suministro y colocación de sonda inmersión QAE2120.010.	1,00	74,28	74,28

SONDA DE RADIACION "PARA BATERIA DE COLECTORES" VISSMANN			0,00
Ud. Suministro y colocación de sonda de radiación para colocar en las baterías de colectores en el caso de que la sonda de temperatura se coloque en el intercambiador de primario.	1,00	55,22	55,22
ml. Suministro y colocación de tubería de cobre para red de distribución solar, de 40/42 mm. de diámetro nominal, incluso aislamiento elastomérico para altas temperaturas de coquilla K/Flex Solar o similar, de conductividad térmica 0.040W/mK a 20°C de 40 mm, y protección mecánica de chapa de aluminio en todo su recorrido como protección de los rayos solares, s/CTE-HE-4.	54,00	56,24	3.036,96
ml. Suministro y colocación de tubería de cobre para red de distribución solar, de 26/28 mm. de diámetro nominal, incluso aislamiento elastomérico para altas temperaturas de coquilla K/Flex Solar o similar, de conductividad térmica 0.040W/mK a 20°C de 40 mm, y protección mecánica de chapa de aluminio en todo su recorrido como protección de los rayos solares, s/CTE-HE-4.	18,00	46,70	840,60
ml. Suministro y colocación de tubería de cobre para red de distribución solar, de 20/22 mm. de diámetro nominal, incluso aislamiento elastomérico para altas temperaturas de coquilla K/Flex Solar o similar, de conductividad térmica 0.040W/mK a 20°C de 40 mm, y protección mecánica de chapa de aluminio en todo su recorrido como protección de los rayos solares, s/CTE-HE-4.	74,00	41,91	3.101,34
ml. Suministro y colocación de tubería de cobre aislada 16/18 mm. de diámetro, para red de distribución solar en interior, incluso calorifugado a base de coquilla SH/Armaflex o similar, de aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica de coeficiente de conductividad térmica a 20°C de 0.037W/mK de 27mm. de espesor, s/CTE-HE-4.	18,00	19,18	345,24
ml. Suministro y colocación de tubería de cobre aislada 40/42 mm. de diámetro, para red de distribución solar en interior, incluso calorifugado a base de coquilla SH/Armaflex o similar, de aislamiento térmico flexible de espuma elastomérica de coeficiente de conductividad térmica a 20°C de 0.037W/mK de 36 mm. de espesor, s/CTE-HE-4.	52,00	33,83	1.759,16
ml. Suministro y colocación de suministro y colocación de sistema de sellado contra el fuego en pasos de instalaciones de calefacción, ACS y AF entre sectores distintos de incendios (sala de calderas), hasta RF-120 con silicona o masilla PROMASEAL de Promat o similar; incluso ensayos LICOFF 2840/97 y 6476/03, homologaciones y certificados.	50,00	3,59	179,50

### 1.8. Tuberías aire frio y agua caliente sanitaria en sala de depósitos

Concepto	U.D	Precio Unit.(Eur)	Precio Total(Eur)
<b>TUBERIA AF Y ACS EN SALA DEPOSITOS</b>			4.368,14
ml. Suministro y colocación de tubería de polibutileno de D-40 mm.de diámetro PN-15, en montantes ACS. Según normativa vigente, incluso con coquilla de aislamiento térmico flexible SH/Armaflex o similar, de espuma elastomérica de coeficiente de conductividad térmica a 20°C de 0.037W/mK de 36mm. de espesor para montaje superficial y tubo PVC corrugado de protección para montaje empotrado en color verde oscuro o azul, s/CTE-HE-4.	66,00	29,33	1.935,78
ml. Suministro y colocación de tubería de polibutileno de D-50 mm.de diámetro PN-15, en montantes ACS. Según normativa vigente, incluso con coquilla de aislamiento térmico flexible SH/Armaflex o similar, de espuma elastomérica de coeficiente de conductividad térmica a 20°C de 0.037W/mK de 36mm. de espesor para montaje superficial y tubo PVC corrugado de protección para montaje empotrado en color verde oscuro o azul, s/CTE-HE-4.	68,00	35,77	2.432,36

TOTAL CERTIFICACION FINAL OFICINAS 509.000,00



## 2. ZONA NAVE

### 2.1. Producción térmica

CONCEPTO	U.D.	Precio Unit (Eur)	Precio Total (Eur)
<b>PRODUCCIÓN DE FRÍO</b>			408.387,86
Ud. ENFRIADORA RTAC 240 SE	3	73.178,80	219.536,40
Ud GRUA PARA DESCARGA ENFRIADORAS	3	1.062,20	3.186,60
Ud. SOPORTACION PARA ENFRIADORAS	3	339,00	1.017,00
Ud. MODULO DE GESTION TRANE	1	9.100,62	9.100,62
Kg DE PROPYLENGLICOL	4000	2,53	10.120,00
Ud. VALVULA DE SEGURIDAD	3	244,42	733,26
Ud. DEPOSITO EXPANSION 250L	3	636,47	1.909,41
Ud. EMBUDO PARA DESAGUES	3	80,17	240,51
Ud. SISTEMA DE LLENADO	1	1.208,06	1.208,06
Ud. DEPOSITO 3.000 L.	1	1.382,24	1.382,24
Ud. BOMBA PRIMARIO ENFRIADORA	3	1.788,79	5.366,37
Ud. BOMBA SECUNDARIO FRIO (GRUPO DE 3 BOMBAS, TRANSDUCTOR Y CUADRO ELECTRICO)	1	17.110,12	17.110,12
Ud. MANOMETRO Y 2 LLAVES	4	43,28	173,12
Ud. PURGADOR Y LLAVE	12	62,27	747,24
Ud. TERMOMETRO ESFERA	15	26,81	402,15
Ud. MANOMETRO Y LLAVE	22	35,63	783,86
Ud. VALV MARIPOSA DN-200 (8")	20	212,24	4.244,80
Ud. VALV MARIPOSA DN-250 (10")	2	343,42	686,84
Ud. VALV RETENCION DN-200 (8")	6	274,17	1.645,02
Ud. ANTIVIBRATORIO DN-200 (8")	15	276,85	4.152,75
Ud FILTRO DN-200 (8")	6	576,24	3.457,44
Ud. VALVULA EQUILIBRADO DN-200 (8")	3	2.022,89	6.068,67
Ud. SEPARADOR DE PARTICULAS SOLIDAS DN-200 (8")	2	4.399,77	8.799,54
Ud. INTERRUPTOR DE FLUJO	2	145,54	291,08
Ud. COLECTOR 20"	1	5.565,25	5.565,25
TUBO DE DN-250 (10")	121	88,72	10.735,12
m.l. TUBO DE DN-200 (8")	226	74,34	16.800,84
m.l. TUBO DE DN-150 (6")	154	62,06	9.557,24
m.l. TUBO DE DN-100 (4")	366	39,10	14.310,60
Ud AISLAMIENTO DEPOSITO DE INERCIA AF ARMAFLEX	1	1.553,75	1.553,75
Ud. AISLAMIENTO COLECTOR 20" AF ARMAFLEX	1	2.476,96	2.476,96
Ud RECUBRIMIENTO DEPOSITO DE INERCIA CAMISA ALUMINIO	1	388,72	388,72
Ud. RECUBRIMIENTO COLECTOR 20" CAMISA ALUMINIO	1	773,82	773,82
m.l. AISLAMIENTO DN-250 (10") AF ARMAFLEX	121	51,42	6.221,82
m.l. AISLAMIENTO DN-200 (8") AF ARMAFLEX	226	45,61	10.307,86
m.l. AISLAMIENTO DN-150 (6") AF ARMAFLEX	154	32,94	5.072,76
m.l. AISLAMIENTO DN-100 (4") AF ARMAFLEX	366	22,08	8.081,28
m.l. AISLAMIENTO VALVULA DN-250 AF ARMAFLEX	3	67,87	203,61
m.l. AISLAMIENTO VALVULA DN-200 AF ARMAFLEX	41	60,21	2.468,61

m.l. RECUBRIMIENTO DN-250 (10") CHAPA DE ALUMINIO	19	26,75	508,25
m.l. RECUBRIMIENTO DN-200 (8") CHAPA DE ALUMINIO	100	25,70	2.570,00
m.l. RECUBRIMIENTO DN-150 (6") CHAPA DE ALUMINIO	0	24,36	0,00
m.l. RECUBRIMIENTO DN-100 (4") CHAPA DE ALUMINIO	291	23,82	6.931,62
m.l. AISLAMIENTO VALVULA DN-250 AF CHAPA DE ALUMINIO	3	35,31	105,93
m.l. AISLAMIENTO VALVULA DN-200 AF CHAPA DE ALUMINIO	41	33,92	1.390,72
<b>PRODUCCIÓN DE CALOR</b>			192.585,49
U.d. CALDERA WTC GB 300	2	36.760,85	73.521,70
U.d. CONJUNTO DE CONEXIÓN	2	5.312,45	10.624,90
U.d. REGULACION VCM-KA	2	570,45	1.140,90
U.d. CENTRAL HONEYWELL	1	2.968,00	2.968,00
U.d. CONJUNTO SALIDAS DE HUMOS	2	2.128,26	4.256,52
U.d. CHIMENEA	2	2.216,83	4.433,66
U.d. CONJUNTO DE CONTROL DE COMBUSTION	2	253,28	506,56
U.d. VALVULA DE SEGURIDAD	2	371,54	743,08
U.d. DEPOSITO DE EXPANSION 150L	2	264,93	529,86
U.d. EMBUDO PARA RECOJIDA DESAGUES	4	90,77	363,08
U.d. SISTEMA DE LLENADO	1	597,21	597,21
U.d. ELECTROBOMBAS SIM80/270-1-5,5/K	1	7.547,84	7.547,84
U.d. CONJUNTO DE MEDIDA DE PRESION	4	43,28	173,12
U.d. MANOMETRO DE ESFERA	8	35,37	282,96
U.d. TERMOMETRO DE ESFERA	6	26,81	160,86
U.d. VALVULA DE MARIPOSA DN125	16	135,87	2.173,92
U.d. VALVULA DE MARIPOSA DN150	2	159,33	318,66
U.d. VALVULA DE RETENCION DN125	5	137,25	686,25
U.d. ANTIVIBRATORIO DN125	12	172,16	2.065,92
U.d. FILTRO DN125	5	232,52	1.162,60
U.d. VALVULA DE EQUILIBRADO DN125	3	867,16	2.601,48
U.d. SEPARADOR DE PARTICULAS DN150	2	3.541,42	7.082,84
U.d. COLECTOR DE 8"	1	3.200,19	3.200,19
U.d. AISLAMIENTO COLECTOR SH ARMAFLEX	1	831,68	831,68
Ud. RECUBRIMIENTO COLECTOR 8" CAMISA ALUMINIO	1	271,20	271,20
U.d. DEPOSITO DE EXPANSION DE 1500L	1	3.687,19	3.687,19
m.l. TUBO DE DN-65 (2 1/2")	373	27,75	10.350,75
m.l. TUBO DE DN-80 (3")	98	31,82	3.118,36
m.l. TUBO DE DN-100 (4")	113	39,10	4.418,30
m.l. TUBO DE DN-125 (5")	65	52,41	3.406,65
m.l. TUBO DE DN-150 (6")	169	62,06	10.488,14
U.d. DILATADOR DN-100	4	416,64	1.666,56
U.d. DILATADOR DN-150	2	641,39	1.282,78
P.A. PUNTOS FIJOS	3	397,76	1.193,28
m.l. AISLAMIENTO SH ARMAFLEX 2 1/2"	373	11,50	4.289,50
m.l. AISLAMIENTO SH ARMAFLEX 3"	98	12,37	1.212,26
m.l. AISLAMIENTO SH ARMAFLEX 4"	113	16,61	1.876,93
m.l. AISLAMIENTO SH ARMAFLEX 5"	65	21,02	1.366,30
m.l. AISLAMIENTO SH ARMAFLEX 6"	169	29,96	5.063,24
U.d. AISLAMIENTO VALVULAS SH ARMAFLEX PARA TUBERIA DE 5"	41	27,74	1.137,34
U.d. AISLAMIENTO VALVULAS SH ARMAFLEX PARA	3	39,55	118,65

TUBERIA DE 6"			
m.l. RECUBRIMIENTO DN-65 (2 1/2") CHAPA DE ALUMINIO	293	20,32	5.953,76
m.l. RECUBRIMIENTO DN-80 (3") CHAPA DE ALUMINIO	12	20,59	247,08
m.l. RECUBRIMIENTO DN-100 (4") CHAPA DE ALUMINIO	48	23,82	1.143,36
m.l. RECUBRIMIENTO DN-125 (5") CHAPA DE ALUMINIO	15	23,82	357,30
m.l. RECUBRIMIENTO DN-150 (6") CHAPA DE ALUMINIO	25	24,36	609,00
U.d. AISLAMIENTO VALVULAS DN-125 CHAPA DE ALUMINIO	41	31,45	1.289,45
U.d. AISLAMIENTO VALVULAS DN-150 CHAPA DE ALUMINIO	2	32,16	64,32

## 2.2. Climatizadores y difusión de aire

Concepto	U.D	Precio Unit (Eur)	Precio Total (Eur)
CLIMATIZADORES Y DIFUSIÓN DE AIRE			634.065,12
CLIMATIZADORES			
U.d. CLIMATIZADOR TROX TKM 75	16	20.082,36	321.317,76
VENTILADOR RETORNO			
RECUPERADOR ENTALPICO			
CAJA DE MEZCLA			
VENTILADOR IMPULSION			
PICO DE FLAUTA			
U.d. MODULO ANEXO PARA ARMARIO ELECTRICO	8	665,57	5.324,56
U.d. PANOPLIA AGUA CALIENTE	16	1.690,48	27.047,68
U.d. PANOPLIA AGUA FRIA	16	2.311,98	36.991,68
U.d. PURGADORES AUTOMATICOS	32	45,20	1.446,40
m2 CONDUCTO DE CHAPA GALVANIZADA	4766	26,10	124.392,60
m2 AISLAMIENTO MANTA DE FIBRA	965	39,32	37.943,80
U.d. TOBERAS	288	192,13	55.333,44
m.l. REJILLA DE RETORNO TROX AE 950x725	48	101,78	4.885,44
U.d. SILENCIADOR VENTILADOR DE IMPULSION	16	605,68	9.690,88
U.d. SILENCIADOR VENTILADOR DE RETORNO	16	605,68	9.690,88

### 2.3. Instalación eléctrica

Concepto	U.D	Precio Unit (Eur)	Precio Total (Eur)
INSTALACIÓN ELÉCTRICA			48.465,70
U.d. ARMARIO ELECTRICO PARA EXTERIOR	1	7.847,85	7.847,85
U.d. ARMARIO ELECTRICO PARA INTERIOR	1	8.073,85	8.073,85
U.d. ARMARIO ELECTRICO PARA MODULO ANEXO A CLIMATIZADOR	16	2.034,00	32.544,00

### 2.4. Instalación de control

Concepto	U.D	Precio Unit (Eur)	Precio Total (Eur)
INSTALACIÓN DE CONTROL			104.450,96
CONJUNTOS DE REGULACION			94.335,28
U.d. CENTRALITA HONEYWELL PARA CLIMATIZADORES	16	5.563,80	89.020,80
U.d. CENTRALITA HONEYWELL PARA PRODUCCION FRIO	1	2.720,24	2.720,24
U.d. CENTRALITA HONEYWELL PARA PRODUCCION CALOR	1	2.594,24	2.594,24
PUESTO CENTRAL / LICENCIAS / MÓDULOS DE COMUNICACIÓN			1.615,83
U.d. PUESTO CENTRAL	1	1.615,83	1.615,83
INGENIERÍA Y PROGRAMACIÓN			7.000,45
U.d. TRABAJOS DE INGENIERIA....	1	7.000,45	7.000,45
CABLEADO CONTROL			1.499,40
m.l. CABLE DE BUS LON	420	3,57	1.499,40

### 2.5. Distribución de frio para usos futuros(opcional)

Concepto	U.D	Precio Unit (Eur)	Precio Total (Eur)
DISTRIBUCION DE FRIO PARA USOS FUTUROS (OPCIONAL)			850,26
m.l. TUBO DE DN-100 (4")	0	39,10	0,00
m.l. AISLAMIENTO AF ARMAFLEX 4"	0	22,58	0,00
U.d. TOMA SUPLEMENTARIA AGUA REFRIGERADA NAVE	2	425,13	850,26

## 2.6. Precios contradictorios

Concepto	U.D	Precio Unit (Eur)	Precio Total (Eur)
Precios contradictorios			
Ud. Mover conductos retorno de 8 Climatizadores	1	3.666,00	3.666,00
Ud. Soportería en pasarela	1	4.798,00	4.798,00
Ud. Aluminio tubos pasarela revisado	1	12.178,87	12.178,87
Ud. Ampliación de colectores-Materiales adicionales (3.744,89 €)	1	3.744,89	3.744,89
Ud. Ampliación de colectores-Trabajos adicionales (4.226,14 €, con dcto del 8%)	1	3.888,05	3.888,05
Calibración Sondas			
Ud. Calibración ENAC (En Laboratorio)	1	4.368,00	4.368,00
Ud. Calibración Trazable (En Campo)	1	2.964,00	2.964,00
Adecuación control nave a protocolo Lon-bus			
Ud. Modificación de automata Honeywell MCR-50	18	513,42	9.241,56
Ud. Climatización Modulo Entrada (Equipos individuales)	1	6.633,21	6.633,21
<b>TOTAL CONTRADICTORIOS</b>			<b>51.482,58</b>

### 3. PRESUPUESTO DESGLOSADO:

#### OFICINAS:

Producción térmica	151.947,78
Redes de agua	74.220,67
Climatizadores y difusión de aire	109.746,09
Instalación eléctrica	34.617,95
Instalación de control	56.384,82
Control estricto locales informática	28.003,08
Instalación de energía solar	49.711,47
Tubería aire frio y agua caliente sanitaria en sala de depósitos	4.368,14
<b>TOTAL OFICINAS</b>	<b>509.000,00</b>

#### NAVE:

Producción térmica	600.973,35
Frio	408.387,86
Calor	192.585,49
Climatizadores y difusión de aire	634.065,12
Instalación eléctrica	48.465,70
Instalación de control	104.450,96
Distribución de frio para usos futuros (opcional)	850,26
Precios contradictorios	51.482,58
<b>TOTAL NAVE:</b>	<b>1.440.287,97</b>

---

<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</b>	<b>1.949.287,97</b>
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)</b>	<b>116.957,28</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>253.407,45</b>
<b>TOTAL RESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>2.319.652,69</b>
<b>I.V.A (18%)</b>	<b>417.537,48</b>
<b><u>TOTAL PRESUPUESTO</u></b>	<b><u>2.737.190,17</u></b>

#### **4. PRESUPUESTO FINAL**

El total de presupuesto asciende a DOS MILLONES SETECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL CIENTO NOVENTA euros con DIECISIETE céntimos.

## TITULO DEL PROYECTO:

# CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

Firmado: Pablo Irañeta de la Muela





# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO INDUSTRIAL

Título del proyecto:

CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE DE PRODUCCIÓN Y DE  
SU EDIFICIO DE OFICINAS

BIBLIOGRAFÍA

Pablo Irañeta de la Muela

Tutor: Pedro Gonzaga Vélez

Pamplona, 18 de Octubre de 2012

## Documento N° 7: BIBLIOGRAFÍA

### ÍNDICE

1. Introducción
2. Normativas
3. Libros
4. Páginas web
5. Catálogos comerciales
6. Programas informáticos
7. Apuntes

## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la realización del proyecto de “Climatización de una nave de producción y de su edificio de oficinas”, ha sido necesaria la consulta y recopilación de información de los documentos que se ven a continuación.

## 2. NORMATIVAS

### - CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE):

Destacan:

- Documento Básico HE Ahorro de Energía en sus apartados:
  - HE1 Limitación de Demanda Energética
  - HE2 Rendimiento de las Instalaciones Térmicas
  - HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- Documento Básico HS Salubridad en sus apartados:
  - HS3 Calidad del Aire Interior
  - HS4 Suministro de Agua
- Documento Básico HR, “Protección frente al ruido”

### - REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS EN EDIFICIOS (RITE) y sus INSTRUCCIONES TÉCNICAS.

Destacan:

- Real Decreto 1.027/2.007 de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE)
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios Ministerio de la Presidencia. B.O.E.: 28 de febrero de 2008
- IT 1.1.4.1. Exigencia de calidad térmica del ambiente
- IT 1.1.4.3. Exigencia de Higiene
- IT 1.1.4.4. Exigencia de calidad del ambiente acústico
- IT 1.2.4.1. Generación de calor y frío
- IT 1.2.4.2. Redes de tuberías y conductos
- IT 1.2.4.2.1. Espesores mínimos de aislamiento

### - NORMAS UNE Y DEMÁS REALES DECRETOS CORRESPONDIENTES

Destacan:

- Norma UNE EN 442 para el cálculo de los emisores con DT50°
- Norma UNE EN 60601. Reglamento Sala de Calderas
- Norma UNE 53394, UNE 53399, UNE 53495, redes de tuberías
- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis
- RBT-2002 e Instrucciones Técnicas Complementarias
- Norma UNE 100001-85, condiciones para proyectos
- UNE 100014-84, condiciones exteriores
- la norma UNE 100-011, caudal de aire de ventilación
- Norma UNE 100-102-88. Velocidad y pérdida de carga en conductos de ventilación

### 3. LIBROS CONSULTADOS

Destacan:

- Manual de Aire Acondicionado, Carrier. Ed. 2009
- Cálculo de conductos de aire. A. Fontanals. Ed. CEAC, 1997.
- Método Analítico para el Cálculo de Pérdidas de Carga en Tuberías. M. Villarrubia y I. Jutglar. Montajes e Instalaciones. Noviembre 1.991.
- Manual de climatización: Enrique Torella, Joaquín Navarro y otros. AMV ediciones 2005.
- Conocimientos técnicos de climatización: Ed. Ceysa, 2007.
- Instalaciones de calefacción: Martí i Casals. Editorial UOC. 2003
- Manual de climatización, Madrid, Editor Antonio Marid Vicente. Maldonado, Manuel. 1995
- Curso de Instalador de Calefacción, Climatización y Agua caliente Sanitaria. (13º Edición). Francisco Galdón.

### 4. PAGINAS WEB

Destacan:

- [www.soloingenieria.net](http://www.soloingenieria.net)
- [www.caloryfrio.com](http://www.caloryfrio.com)
- [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org)
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- [www.ingenierosindustriales.com](http://www.ingenierosindustriales.com)

### 5. CATALOGOS COMERCIALES

Destacan:

- TRANE (Equipo frigorífico)
- WEISHAUP (Caldera)
- CLIMAVENTEA (Bomba de calor)
- CENTRA-HONEYWELL (regulación y control, válvulas de 3 vías)
- SEDICAL (Electrobombas, Apoyo calefacción, anti vibratorios,...)
- RHOSS (Climatizador Fan-coils)
- VIESSMANN (Energía solar)
- LAPESA (Deposito)
- INDELCASA (Vasos expansión, válvula de seguridad)
- EBARA (BOMBAS)
- TROX (difusión, climatizador, reguladores de caudal, compuertas cortafuegos, rejillas, toberas, bocas de ventilación)
- DAIKIN (Recuperador de calor entalpico)
- TA (válvulas regulación caudal)

## 6. PROGRAMAS INFORMATICOS

Destacan:

- AUTOCAD 2008.
- MICROSOFT OFFICE (Word, Excel, Power Point).
- EBARA CLI (Programa de selección de bombas para climatización)

## 7. APUNTES

Destacan:

- Apuntes de la asignatura de Mecánica de Fluidos, 2º I.I.
- Apuntes de la asignatura de Calor y frío 3º I.I.
- Apuntes de la asignatura de Mecánica de Fluidos, 2º I.I.

**TITULO DEL PROYECTO:**

**CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE  
DE PRODUCCION Y DE SU EDIFICIO DE OFICINAS**

**Pamplona, 18 de Octubre de 2012**

**Firmado: Pablo Irañeta de la Muela**